

農業土木研究

第22卷

昭和29年8月

第3号

昭和28年6月の豪雨による
九州災害調査報告・特集号

目次

	頁
序文.....秋葉満寿次.....	i
第1班 総括班報告.....田町正譽, 太田更一, 金子良, 新沢嘉芽統.....	1
第2班 農地班報告.....小柳彌, 高田雄之, 宮坂増, 富士岡義一, 八幡敏.....	96
第3班 頭首工班報告.....狩野徳太郎, 内藤利貞, 山田伴次郎.....	130
第4班 ダム班報告.....和田保, 福田仁志, 佐々木次郎.....	144

農業土木學會

昭和28年6月の豪雨による

九州災害調査報告

昭和29年8月

農業土木学会

序 文

近年、頻々と発生する水災害により農地の荒廃は夥しく、ただに農業経営がはばまれ農家の生活を脅すのみでなく、国民全体の食糧自給に大きな支障を来している。これら深刻な問題は昨今に始つたことではなく、そのつど局地的対策の努力は尽くされているが、更に大きな観点よりする政治的考慮の施策が及ばず、常に農民はなかば諦めの中に視野の狭い復旧維持に精根を費し、技術者は意に満ため施工に押えられ、共に再び災害を蒙らぬ確信をいだき得ずにいることは寒心に堪えないことである。

およそ水害対策を樹てるにはまずその発生機構を押えなくてはならないが、それには水害を受ける対象と水害を起す因子とを見極め、この対象と因子、対象と対象、因子と因子との相互の作用の組合せを把握することが大切である。対象には土地、施設、生物があり、水害に関与する因子としてはおもに社会、経済、自然、科学、技術、行政等がある。水に対するこれらの個々のつながりや、相互の結びつきに不備や無理があれば当然ここから災害がおきるのである。

いま二三の問題を採り上げてみると、第一に考えなくてはならぬことは、水害は河川から来る水によるものであるという考え方が普遍的に認められていることであり、従つて多くの人々は河川が水害の根源であるから、この河川さへ洪水対策をやつておけば良いというように考えているが、実は河川は水害をうける対象物であり、むしろ被害者の一人であつて、土地、施設等がまず水におかされ、しかる後に河川に害を与える原因になることが非常に多く、その被害の結果がさらに他の災害の原因となり、耕地、家屋、人畜、施設等に害を及ぼすことになるのである。あるいはまた河川に全然関係なく、山崩、土砂流出、野水等により家屋や耕地、作物等に害を与えることもある。つまり、河川だけに眼をむけて治水対策を講ずることは愚かであり、山や河川だけで治水の全部を負うのも無理なことである。よろしく河川にいたる水、土石のよつて来るところを見極め、河川のみ負担とせず、水害因子として関与している経済、行政、社会、科学、技術等を考慮した流域全体からみて処理にあたるべきであり、河川第一主義は改めなくてはならない。

第二には水害対策に対する考え方の是正も必要である。すなわち一般に水害対策は国が公共事業としてやるべきものであると決めてしまつてあることである。官吏の治水技術は国の政治的経済的事情に左右され、理想とはど遠いものになりがちであるから、日本の治水を今のままに放置すれば土木亡国のそしりをうける心配が多い。ここに一般の人達は治水を国または官にのみ頼ることなく自らの団結で達成させようという心構えを持ち、官公吏は自分らだけの手でやるのだという独善を捨て、官民力を合わせることを肝要である。治水は河川のみでできるものではなく、また山に木を植えただけでも達成されない。水が、また土砂がよつて来るところは流域全体であつて、一木、一草、一握の土地の中にも、一片の施設の上にも充分なる相互配慮と管理が行き届かなくては、これらは治まるわけにはゆかない。水が出てから騒ぐかわりに、平素より国土愛の立場から住民の一人一人の結集が盛り上つておこす新しい組織の上に立つて治水を実現し得るように考えるべきではなからうか。いたづらに利己主義に陥り、あるいは国の予算のみねらい、あるいは政治的地盤のために、あるいは排他的に自己圏のみの安全と利益をはかつて、いずれも流域全体を犠牲にするような愚は改めなくてはならない。

第三には時の移行に従い自然や経済、社会もまた、変化しつづけてゆくということの中にあつてわれわれの造

つた施設もそういう変化に対応する動き方ができてこそ充分効果をあげ得るであろうことである。しかるに現今はこれら流域の諸事象の変化に伴つて、河川の洪水施設を順応し得るものにするには国の予算の関係上できず勢い固定化され適応性のないものになり、少し強い雨が降れば河川災害がここかしこに起るのは当然であり、まことに憂慮にたえないところである。すべからく、為政の衝に当るものは、治水技術者をして常にこの自然、社会の変化をとらえ充分施設の対応性を講ぜしめ得るよう深慮すべきである。しかるに、強いセクショナリズムに陥ると他を排し、その理解を狭げ、当然治水機能を弱める結果をもたらしている。すなわち他を容れ、皆と一緒に総合的に時に応じて治水のための技術その他の総力を投入して、固定化から流動化への施策に移行しなくてはならない。この総合的施策を遂にに応じて生み出せる態勢を創め造ることが目下の急であると思われる。

たまたま昭和28年6月北九州一帯を襲つた水害を機会として、本学会はその災害状況の調査ならびに復旧対策の基礎となる資料の収集、審議を企てたが、幸い農林省をはじめ、関係各方面の多大の御支援を得、ここに報告書の刊行を見るに至つたことは感謝にたえない。

この調査は九州大学教授田町正馨氏を首班として、下記のように4班の編成に分かれ、各班ごとに数回にわたる現地調査および討議の結果完成したものである。

第1班	総括班	九州大学農学部 総理府資源調査会 農林省農業技術研究所 東京大学農学部	田町正馨 太田更一 金子良 新沢嘉芽統
第2班	農地班	三重大学農学部 東京農工大学農学部 九州大学農学部 京都大学農学部 東京大学農学部	小柳彌 宮坂増穂 高田雄之 富士岡義一 八幡敏雄
第3班	頭首工班	農林省農業技術研究所 東京教育大学農学部 宇都宮大学農学部	狩野徳太郎 内藤利貞 山田伴次郎
第4班	ダム班	東京教育大学農学部 東京大学農学部 農林省農業技術研究所	和田保 福田仁志 佐々木次郎

この努力の結晶である調査の記録をただ災害を蒙つた諸県だけで保存するにとどめることは、あるいは後日資料散逸の虞れがあり、また利用上不便が多いので、広く一般会員に配布し、今後この種の災害に対する施策上の便宜といたしたい考えから、会誌農業土木研究の特集号としても刊行した次第である。ただ細部については、なお今後の研究にまたなければならぬところが多々あるが、応急的に災害復旧ならびに今後の災害に対する参考をいたしたい考えから、ひとまず一応の報告書としたことを御諒承願いたい。

本報告書の刊行にあたり、農林省農地局建設部殊に災害復旧課、熊本農地事務局、福岡、熊本、大分、佐賀各県当局の多大の御配慮ならびに、多用中各班委員の熱心な執筆に対し深甚の謝意を表する次第である。

昭和29年7月

農業土木学会長 秋葉満寿次

目 次

序 文	秋葉満寿次	i
第1班 總括班報告	田町正馨 太田更一 金子良 新沢嘉芽統	1
昭和28年6月の九州水害の概況		1
まえがき	1 概 況	
I 水害の一般的概況	2 筑後川における概要	
1 西日本水害の一般的状況	(1) 筑後川の特質	
2 昭和28年度の農業災害	(2) 洪水発生要因	
3 西日本水害に対する応急措置	(3) 水害発生要因	
II 水害発生要因	(4) 総 括	
筑後川上流小国地方の出水について		38
I 緒 言	3 流域の保留能力	
II 流 域	4 洪水到達時間	
III 雨量、流量の観測および結果の整理	5 降雨と出水ピークとの関係	
IV 観測結果の考察	V 流域の変遷と出水との関係	
1 降雨の時期と量	VI 小国地方の出水と他地域との比較	
2 総雨量と総流出量の関係	VII 結 論	
熊本県菊池郡G村の水害について		73
I まえがき	II 被害の分析	
II G村の水害の概観	IV 応急復旧対策	
農業水利施設の災害に関する研究		82
I 取入堰の形態	3 揚 圧	
II 溢流の状態	4 水 圧	
III 取入堰破壊の原因	IV 付帯構作物	
1 床端の洗掘	V 論 結	
2 滲 透		

第2班 農地班報告	小柳 彌 宮坂 增穂 八幡 敏雄	高田 雄之 富士岡 義一	96
-----------	------------------------	-----------------	----

農地災害について..... 96

まえがき	Ⅱ 土地改良に関する一、二の実験
I 耕地災害の実態	1 主として保水性について
1 耕地災害の分類的考察	2 主として硬さについて
2 湛水並びに流水災害（筑後川下 流地域の事例と特性について）	Ⅲ 農地復旧対策
3 耕土流亡と堆砂分布	1 農地災害の調査
4 堆土の物理性	2 農地復旧計画の根本方針
	3 農地復旧計画に対する参考意見

第3班 頭首工班報告	狩野 徳太郎 山田 伴次郎	内藤 利貞	130
------------	------------------	-------	-----

頭首工災害について..... 130

I 各 説	7 保木下堰
1 恵利堰	8 上河原堰
2 大石堰	9 竹田堰
3 万年堰	10 畑堰
4 恵良堰	11 下井手堰
5 玖珠堰	Ⅱ 総 説
6 三隈堰	

第4班 ダム班報告	和田 保 佐々木 次郎	福田 仁志	144
-----------	----------------	-------	-----

溜池災害について..... 144

I まえがき	2 法崩れについて
Ⅱ 溜池被害の概況	3 その他
Ⅲ 災害の原因とその解析	Ⅳ むすび
1 余水吐、放水路および堤体溢流 による溜池被害について	付 踏査溜池の被害状況

〔付 録〕 耕地および公共施設水害調査表示法	169
------------------------	-----

第1班 総括班報告

田町正譽 太田更一
金子良 新沢嘉芽統

昭和28年6月の九州水害の概況

目次

まえがき	1 概況
I 水害の一般的状況	2 筑後川における概要
1 西日本水害の一般的状況	(1) 筑後川の特徴
2 昭和28年度の農業災害	(2) 洪水発生要因
3 西日本水害に対する応急措置	(3) 水害発生要因
II 水害発生要因	(4) 総括

まえがき

この報告は、昭和28年6月26日を中心として発生した北九州の水害の概況である。このような水害については、その実態をつかむことは、僅かの人々の力ではむづかしいことである。それは、その復旧のためにはそれぞれの立場から努力が払われているが、その全貌については発生要因からその影響までを国の組織として一貫して調査されていないからである。

この調査全体はこのような全貌の把握の上になつて、個別の調査研究がすすめられることが好ましいことであり、こゝでとりまとめた概況はそのような意味と期待をもつものであつた。しかし、現実には各方面での調査研究は、まだ終つていないことと、それぞれの調査のねらいもちがつているので、こゝでこれらの成果やわれわれの調査をつなぎ合わせて、体系だてる仕事は極めて不満足な結果に終つている。

水害対策は単に被害を受けたものの復旧に関する問題だけではなく、水害の防止に関する対策が基本的に考えられねばならない。例えば、被害を受けた耕地については、その状況やそれによつてどのような影響を農家が受けたかということ、およびこの復旧のやり方と共に、耕地に被害を及ぼした要因を分析して防止の対策を確立する必要がある。これがためには河川、または河川の流域全体を見渡した広い視野に立つてみる必要も生ずるであろう。この調査の一つの期待はこゝにもあるはずである。

日本の治水の歴史をみれば、あきらかに、流域にある土地の農業開発の歴史であり、農業生産力の安定と発展への道であつた。従つて、現在の土地改良の基盤は、数百年から千数百年にさかのぼる流域の開発の上に行われており、治水、治山の方式は密接にわれわれの仕事に関連する。特に今回の如き、すでに開発がすすみ、高い生産力を持つ農業地帯が広範囲に被害を受けるに及んで、その被害の防止に関しては、単なる河川技術の範囲を超えた問題であることに十分注意する必要がある。また、農業土木の技術と、このような意味の発展を新しい分野へ開いていくことに期待がかけられるのである。

今回の水害の持つ大きい意味は、日本有数の美林に被われた山地を流れ、下流平地の改修は十分に行われていた筑後川に起つていることである。戦後このようなことは北上川、筑後川にも起りまた同じ28年の台風13号には淀川でも起つている。このことは水害の防止に関して、従前の方式に対する不信と疑を投げかけるものであり、各分野からこれが対策について科学技術的に研究を一層すすめて、新しく対策の基本的な力となる必要がある。

I 水害の一般的概況

1. 西日本水害の一般的状況

西日本の水害は6月25~26日の豪雨と、それに引続いて第二次では7月8~9日、第三次7月16~17日、第四次7月17~18日の4回にわたっている。第一次の6月25~26日の豪雨が最も大きく各地に決定的な大水害を与えた。その結果、被害を受けたヶ所の復旧のひまもないうちに、更にこの被害が拡大されたのである。

表1 西日本水害被害状

被 害 県 別			第 一 次 (6月25~28日)								
			福 岡	佐 賀	長 崎	熊 本	大 分	宮 崎	鹿 兒 島	山 口	
人的被害	死者	人	259	59	21	339	55	—	1	25	
		傷者	1,402	337	26	558	239	—	17	196	
		不明	27	3	—	198	13	—	1	—	
建物被害	全壊	戸	1,321	319	320	1,009	333	—	10	129	
		半壊	2,819	570	504	6,517	1,080	—	7	515	
		流失	829	108	12	850	653	—	—	41	
		一部破損	9,297	3,669	42	3,895	355	2	2	308	
		全焼	—	—	—	—	—	—	—	—	
被害	床上浸水	床	92,532	37,895	6,324	49,038	6,176	10	21	8,302	
		床下浸水	119,127	38,053	16,285	39,607	18,513	123	528	20,659	
		非住家被害	7,549	2,330	118	3,819	1,416	1	10	282	
耕地被害	水田	流失,埋没	15,128	3,013	1,916	3,017	5,530	3	57	1,380	
		冠水	49,024	30,427	3,183	25,285	18,146	680	1,809	15,458	
		流失,埋没	7,780	1,314	1,451	2,234	1,336	—	71	123	
道路	損壊	ケ所	5,480	1,289	1,498	2,167	4,146	10	116	729	
		橋梁	1,215	423	61	618	807	1	8	168	
		堤防	2,515	630	777	1,651	1,491	5	61	440	
山(崖)	くずれ	"	5,199	1,173	805	6,647	5,790	14	153	1,005	
		電柱倒壊	2,255	310	7	622	973	—	1	26	
		板塀倒壊	5,769	653	43	405	244	—	—	—	
鉄軌道	被害	"	135	39	4	23	314	—	2	21	
		通信施設被害	—	—	18	—	—	—	1	2	
		木材流失	—	2,800	350	50,000	401,648	—	—	600	
山林	焼失	町歩	—	—	—	—	13,500	—	—	—	
		沈没	—	16	—	14	—	—	—	—	
		流失	45	6	7	58	62	—	—	—	
船舶被害	破損	"	285	1	4	102	12	—	1	—	
		その他	293	4	2	—	1	—	—	—	
罹災者概数			人	684,484	358,770	48,531	393,980	210,000	—	352	76,080
罹災世帯数			戸	142,600	69,404	6,978	89,500	42,500	—	88	17,716

この水害の被害は次の表1の如くである。すなわち死者771人、負傷者2,80人、行方不明249人、床上浸水242,110戸にのぼっている。またその公共施設（農林水産施設を含む）の被害は997.7億円に達する（表2）。

この水害は梅雨性のもので、台風の場合とちがい、被害はすべて流水、冠水または豪雨に伴つておきた山崩れや地送り等によつたもので暴風によるものはない。

関係する8県の一般公共施設の被害は表2の如くである。この表で明らかなように、もつとも被害の著るしい

況 (6月28日～7月18日) 福岡警察管理本部

計	合 計								計
	福 岡	佐 賀	長 崎	熊 本	大 分	宮 崎	鹿 兒 島	山 口	
759	259	59	25	342	55	—	6	25	771
2,775	1,402	338	36	571	239	—	22	196	2,804
242	27	3	1	203	13	—	2	—	249
3,441	1,321	327	358	1,030	333	—	27	129	3,525
12,018	2,819	578	550	6,558	1081	2	72	515	12,175
2,493	829	108	47	855	653	—	2	41	2,535
17,570	9,297	3,669	61	3,898	355	2	64	308	17,654
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
	(669)	(125)	(7)	(109)	(78)	—	—	—	(988)
200,298	39,201	28,194	6,928	51,758	6,254	10	1,572	8,302	206,219
	(1,786)	(1,676)	(149)	(500)	(235)	—	—	—	(4,346)
252,895	120,958	41,093	20,954	48,695	18,948	389	8,106	20,659	279,802
	(1)	—	—	—	(3)	—	—	—	(4)
15,525	7,550	2,331	152	4,214	1,419	1	154	282	16,163
	(18)	—	—	(7)	(73)	—	—	—	(98)
30,044	15,146	3,013	2,182	3,182	5,603	3	801	1,380	31,310
	(2,919)	(2,998)	(50)	(2,208)	(80)	—	—	—	(8,255)
144,012	51,943	35,931	10,905	38,455	18,226	1,204	10,246	15,458	182,368
14,309	7,780	1,314	1,931	2,246	1,336	—	206	123	15,036
	(243)	—	(65)	—	(1)	—	—	—	(309)
17,416	5,689	2,212	5,832	4,679	2,823	24	957	406	22,622
	(8)	—	—	—	(7)	—	—	—	(15)
15,435	5,488	1,292	1,649	2,381	4,157	15	696	729	16,407
	(9)	—	(1)	(9)	(16)	—	—	—	(35)
3,301	1,225	427	103	726	823	1	119	168	3,592
	(9)	(6)	—	—	(3)	—	—	—	(18)
7,570	2,524	646	1,002	1,815	1,495	15	492	440	8,429
	(14)	—	—	—	—	—	—	—	(14)
20,786	5,213	1,184	1,350	6,898	5,791	18	714	1,005	22,178
4,194	2,255	310	10	624	973	—	11	26	4,209
7,114	5,769	653	44	405	244	—	—	—	7,115
	(4)	—	—	—	—	—	—	—	—
538	139	41	12	34	314	1	12	21	574
21	—	—	18	—	—	—	2	2	22
455,398	—	2,800	380	50,000	401,648	—	—	600	455,428
13,500	—	—	—	—	13,500	—	—	—	13,500
30	—	16	1	14	—	—	1	—	32
178	45	6	29	115	62	—	8	—	265
405	285	1	4	104	12	—	4	—	410
300	293	4	2	—	1	—	—	—	300
1,772,197	(3,199) 687,683	(2,145) 360,945	(210) 50,065	(729) 397,009	210,000	—	395	76,080	(6,283) 1,782,177
359,786	(794) 143,394	(404) 69,864	(40) 7,314	(152) 81,152	42,500	—	102	17,716	(1,390) 362,042

県は福岡，熊本，佐賀である。

農業被害は後述するが，耕地流失 34,500 町，耕地の冠水16.6万町歩である。そして，これに伴う農作物，家畜等の被害は莫大にのぼっている。

この表にあらわれた数字，特に被害金額については，一般に信頼がうすいといわれる。それは，公正な評価の

表2 西日本水害による被害金額 (昭和28年8月6日自治庁)

区 分	山 口	福 岡	佐 賀	長 崎	熊 本	大 分	計
1 土 木 関 係	2 506 780	16 746 310	4 196 501	2 736 430	14 481 898	3 513 663	44 181 582
河 川	936 456	8 279 605	2 899 937	326 924	6 315 277	1 638 000	20 396 199
砂 防	62 399	5 800	21 500	—	941 856	93 000	1 124 555
道 路	719 698	2 863 851	941 018	418 417	3 205 460	910 663	9 059 107
橋 梁	201 216	1 690 227	240 617	34 563	1 585 487	648 000	4 400 110
海 岸	33 251	114 326	14 269	13 135	—	7 000	181 981
港 灣	36 525	862 560	—	102 666	—	22 000	1 023 751
都 市	450 880	1 191 109	—	62 418	1 870 550	195 000	3 809 957
の 他	26 355	1 738 832	79 160	1 778 307	563 268	—	4 185 922
2 農 林 関 係	2 655 459	11 523 812	4 954 208	1 199 284	12 557 668	3 213 615	36 104 046
農 業 地	324 126	7 234 650	1 562 560	214 627	5 373 359	1 350 500	16 059 822
用 施 設	1 850 081	2 583 514	2 583 514	455 592	3 793 837	1 442 310	10 125 370
林 道	188 462	1 519 018	67 410	22 490	355 275	129 175	2 281 830
治 山	265 788	2 656 800	395 000	111 280	2 250 600	67 430	5 747 798
漁 港	27 002	88 611	119 935	191 794	600	16 000	443 943
開 拓	—	24 733	224 886	201 113	783 751	208 200	1 442 686
の 他	—	—	—	2 388	210	—	2 598
3 文 教 施 設	172 817	1 052 973	223 869	69 254	827 952	485 671	2 832 536
義 務 教 育 施 設	144 453	858 226	165 627	52 309	616 180	427 000	2 263 795
の 他	28 364	194 747	58 242	16 945	211 772	58 671	568 741
4 住 宅	38 065	2 107 997	82 865	77 330	1 117 399	23 150	3 446 806
5 厚 生 関 係	13 346	185 403	32 480	18 025	302 994	36 000	588 248
厚 生 施 設	4 976	174 374	—	10 625	238 262	14 000	442 237
水 道	8 370	11 029	32 480	7 400	64 732	22 000	146 011
6 小 計 1~6	—	73 349	—	—	—	—	73 349
7 公 用 施 設	5 386 467	31 689 844	9 489 923	4,100 323	29 287 911	7 272 099	87 226 567
8 災 害 救 助 費	6 294	114 737	9 543	4 173	110 399	19 000	264 146
9 防 疫 對 策 費	36 632	777 898	173 987	33 948	594 336	61 895	1 678 696
10 防 疫 對 策 費	26 750	165 174	39 165	29 515	81 944	6 975	349 523
11 そ の 他 對 策 費	329 279	3 777 466	1 504 005	980 467	3 607 528	53 001	10 251 746
12 小 計 9~12	392 661	4 720 538	1 717 157	1 043 930	4 283 808	121 871	12 279 965
13 合 計 7+8+12	5 785 422	36 525 119	11 216 623	5 148 426	33 632 118	7 412 970	99 770 678

表3 福岡，熊本両県の被害金額の比較

	福 岡 県		熊 本 県	
	金 額	割 合	金 額	割 合
1 土 地	25 693 301	33.5	13 398 000	15.7
2 農 業 地	6 322 761	8.3	9 580 578	11.2
3 農 業 林	9 730 561	12.7	19 196 281	22.5
4 山 水	4 679 000	6.1	5 148 450	6.1
5 商 工	510 990	0.7	483 500	0.6
6 通 信	17 407 183	22.8	8 024 537	9.4
7 鐵 道	984 000	1.3	600 000	0.7
8 其 他	2 347 000	3.0	780 000	0.9
9 計	8 875 056	11.5	27 881 952	32.7
計	76 480 770		85 039 697	

註 1 福岡県は昭和28年7月9日調
2 熊本県は調査期日不明 (昭和28年6月および7月の豪雨による災害についてより)

基準がなく，誇張されているとみられている。しかし，これを検討する方法はなく，どの程度に実際とちがうかもわからない。

今，参考に福岡，熊本両県で水害の直後に発表された数字を比較してみよう (表3)。

このことは，一般に水害を正當に理解することの困難を示すものであり，水害を防ぐための努力，また水害をどのように回避するかについて反省する材料が示されないことである。

今回の水害は，この地域，特に筑後川流域としては明治22年および大正10年と共に特質さるべき大被害を与へている。また，熊本の白川についても，徳川時代の中期および明治33年と共に大災害を与へたものであ

表 4 福 岡 県 都 市 別 被 害 状 況 (昭 和 28 年 7 月 18 日 現 在)

罹 災 者 姓 名	罹 災 者 数	人 的 被 害				住 家 の 被 害				非 住 家 の 被 害	田 畑 被 害				道 路 缺 壊	橋 梁 流 失	堤 防 缺 壊	鐵 道 不 通	山(崖) ぐずれ	
		死 亡	行 方 不 明	重 傷	輕 傷	全 壊	流 失	半 壊	床 上 水 浸		床 下 水 浸	流 失 埋 没	冠 水	流 失 埋 没						冠 水
福久門	122,672	2	1	3	2	12	—	41	5,615	25,000	8	71	259	105	44	85	5	33		
留米	53,288	5	7	64	460	288	247	1,987	5,216	5,584	2,445	250	1,249	93	17	35	5	25		
司倉	53,456	128	1	158	1,340	1,340	98	138	4,406	7,382	227	187	332	82	45	123	—	619		
小倉	163,716	20	1	10	87	272	—	404	15,524	24,729	309	35	444	12	3	6	—	4		
若松	11,600	1	—	2	4	4	—	8	66	2,872	2	—	321	—	—	—	—	10		
大牟田	7,512	1	—	6	6	7	—	8	144	1,719	3	—	240	30	3	—	—	—		
八幡	47,520	16	—	17	17	450	130	440	3,260	7,600	—	43	650	200	20	257	—	296		
戸方	13,468	—	—	5	5	2	—	13	242	3,110	—	7	9	42	8	—	—	22		
直取	106,176	—	—	3	29	44	9	108	2,578	23,805	—	86	520	—	—	—	—	—		
飯塚	9,528	—	—	6	14	1	—	5	1,526	850	80	3	170	48	1	27	2	6		
田川	4,396	—	—	2	—	2	6	21	307	763	—	—	—	—	—	—	—	—		
柳井	19,880	—	—	76	—	3	—	373	3,301	1,293	2,370	152	979	40	14	—	—	—		
福岡	12,200	1	—	14	14	13	3	34	1,097	1,993	30	135	140	367	77	—	—	—		
相屋	24,836	11	—	48	48	52	7	89	1,449	4,615	446	545	1,689	—	388	7	—	—		
宗像	7,636	2	—	4	56	34	2	94	399	1,380	113	525	1,383	—	198	—	—	911		
遠賀	23,736	4	—	10	88	60	42	110	2,896	2,823	1,423	224	1,761	49	12	36	8	153		
鞍手	35,500	7	—	3	46	50	5	147	4,247	4,426	124	652	1,747	250	126	291	5	274		
嘉穂	30,884	7	—	1	11	30	1	130	2,163	5,397	151	—	—	745	58	438	14	921		
朝倉	17,464	12	7	22	528	40	90	281	2,011	1,944	879	923	1,886	1,158	212	213	4	100		
糸島	10,108	10	—	12	37	99	1	224	509	1,694	327	330	3,690	504	63	228	13	2,000		
浮羽	32,364	4	3	21	74	13	148	222	4,177	3,409	5,571	1,290	3,950	499	160	198	—	129		
三井	38,404	3	—	33	1,007	296	47	965	7,102	1,191	2,562	1,073	4,324	252	85	252	9	—		
三猪	86,304	2	—	8	587	36	1	91	16,720	4,728	2,362	154	7,493	135	83	57	—	—		
八木	47,128	26	2	13	196	168	49	196	2,038	9,331	930	581	3,362	362	354	714	4	1,069		
山門	56,580	4	—	3	12	24	6	56	10,014	4,035	1,803	245	2,848	196	37	117	—	—		
田川	13,892	3	—	3	12	46	3	55	1,204	2,165	280	256	1,482	364	53	315	—	—		
京都	13,452	4	—	2	5	4	—	15	334	3,610	206	171	2,761	284	38	165	—	—		
集上	9,644	1	—	—	2	2	—	9	850	1,550	6	38	1,540	53	17	140	—	—		
計	1,073,344	274	21	305	3,551	3,514	905	6,264	99,392	158,261	22,653	7,976	46,416	6,849	1,730	4,093	88	6,572		

るが、それらの記録はほとんど残っていない。これがため、水害はその時々大きい話題と問題が提起されるにしても、断片的なものだけで全体をつかんだものは皆無で、水害が何回くり返されても対策に関する新しい発展の少ない原因の一つでもあろう。

今回の水害に際しても、地域ごとに水害の発生機構からその被害の実態を正しく把握することが問題を明らかにし、対策を確立する上の先決問題であるが、このことは、実際にはほとんど行われていない。

今、福岡県の被害の統計から地域的に被害の実態を明らかにしようと試みた。しかし、県以下の段階での地域性をつかむことは困難であつた。表4はその一部であるが、これは警察組織によるものであろう。そして市町村別に細別できると思われる。また、このような数字は各県ともに相当正確につかむことができることと思はれる。しかし、被害金額となると県の数字は表5の如くで、郡市別に区分することはそのそれぞれの下部組織の行政区分の相違から著しく困難となる。更にこれを、河川の流域ごとに区分することは一層困難となる。被害額の算出に際してはその算出の基礎は不明確である。

表5 福岡県の項目別被害金額(昭和28年7月9日現在)

項 目	被害量	金 額	
	ヶ所	千円	
1. [土 木]			
河海	川岸	10,194	9 316 085
砂	防	50	61 313
道	路	16	512 500
橋	梁	7,241	2 508 752
港	灣	1,925	1 441 016
都	市	50	158 500
上	道	28	702 925
下		12	130 000
計			14 831 091
2. [建 築]			
全	壊	2,432	1 216 000
半	壊	5,599	1 679 700
流	失	1,797	898 500
床	水	114,901	5 745 950
床	水	132,293	1 322 960
計			10 862 210
3. [農 地]			
田		6,415	2 511 000
畑		2,101	279 000
溜	池	297	341 700
頭	工	885	1 278 000
水	路	87,129	894 000
揚	機	65	70 900
堤	塘	54,972	396 580
通	路	43,810	216 320
橋	梁	353	174 500
計			6 162 000
4. [開 拓]			
開	入		52 277
拓	植	458	60 797
農	地	10	5 165
道	路		102 522
農	物	827	
計			220 761

項 目	被害量	金 額	
		千円	
5. [農 業]			
農	産	4 065 191	
蚕	業	129 885	
肥	料	350 600	
特	産	425 961	
園	藝	1 844 884	
食	糧	1 434 690	
農	協	724 400	
計		8 975 611	
6. [畜 産]			
畜	舍	29,605	119 130
家	畜		109 760
家	禽		59 510
牧	野		6 400
粗	飼		150 040
濃	料		303 500
牛	料		3 060
一	乳		7 200
般	設		3 350
畜	施		
公	設		
共	公		
計			764 950
7. [山 林]			
崩	壊	8,000	3 100 000
治	山	30	12 000
林	施	157,000 m	640 000
橋	道		
木	梁	650 〃	57 000
	材	45,400 石	68 000
木	炭		5 000
林	産	3,828 ヶ所	129 000
炭	施	1,800	16 000
そ	設		2 000
の	施		150 000
樹	苗		500 000
そ	他		
の			
計			4 679 000

次ページへつづく

項 目	被 害 量	金 額
8. 〔水 産〕		円
漁 船	390隻	10 613
漁 港	9	67 395
漁 具		29 851
増 殖		320 351
共 同 施 設		2 680
内 水 の 面		76 859
そ の 他		3 241
計		510 990
9. 〔商 工〕		
商 業	26,000	4 725 850
工 業		8 934 019
鑛 業		3 747 314
計		17 407 183
10. 〔衛 生〕		
医 療 器 材, 医 薬		800 000
11. 〔民 生〕		
家 屋 以 外 の 財 産		1 337 600
同 上 流 失, 浸 水		5 723 000
計		7 065 600
12. 〔教 育 施 設〕		
公 立 學 校		787 860
私 立 學 校		1 596
計		789 456
13. 〔國 鐵〕		
施 設		1 677 000
工 場		400 000
貨 物 そ の 他		220 000
計		2 197 000
14. 〔私 鐵〕		
路 線	67ヶ所	112 000
電 氣 設 備	119	10 000
電 氣 設 備	619ヶ所	13 000
營 業 施 設	33	10 000
乘 合 自 動 車		5 000
計		150 000
15. 〔通 信〕		
交 換 局	20局	40 000
電 話 器 具	13,000個	50 000
施 設		444 000
檢 査 器		250 000
そ の 他		200 000
計		984 000
16. 〔專 賣 公 社〕		220 000
合 計		76 480 770

2. 昭和28年の農業災害

昭和28年は農業災害の極めて多い年であった。まず4、5月に桑と茶が激甚な凍霜害に見舞われた。群馬、埼玉、福島を中心として約39,000町に及ぶ桑園被害、静岡を中心として6,800町歩の茶園の被害である。続いて、台風2号、西日本、南近畿、および台風13号による風水害は、中部以西の大部分に大被害を与えた。更に関東以北では冬害におそわれて、農業はほとんど全国がいたみつけられた。

その状況を示すと、先ず農林水産の施設の被害は表6の如くである。

すなわち、被害総額1,447億円の中、西日本の水害は427億円(約30%)にのぼり南近畿および台風13号と共に、この年の水害の最大のものの一つである。

次に農作物の被害の状況をみると表7の如くである。水稲は被害延べ面積397万町歩の内水害延べ面積96万町歩(24%)減収石数1,292万石の内316万石にのぼる。この内、水稲の被害状況についてみると、表8の如くである。

すなわち、調査時期の推移に従つてこれをみるに、8月15日現在では西日本および西近畿の水害を中心として、直接水害によるもの136万町歩、150万石の被害であつたが、10月5日に至つて台風13号の被害が加わり、且つ冷害の深刻さが著しく加わっている。ここで稲に対する被害をみると九州では植付直後の時期であり面積も被害の状況も比較的少ないことがわかる。

これを地域的にみれば表9の如くでその状況は一層明らかになる。

ここで、注意すべきことは、九州では風水害とともに病虫害の被害が大きくあらわれていることである。これは、間接には風水害の影響とみられるものも多いがその状況は明らかでない。

更にこれを県別の資料について予想収穫高、および実収高をみると表10の如くである。ここで北九州の諸県の状況をみると例へば、福岡県では平年収量に比して、8月15日、9月15日、10月5日とそれぞれ85%、87%、88%と回復している。これは佐賀でも同様

表6 昭和28年度全国農業関係水害被害額 (28.10.28現在)

災 害 別	農 地	林 野	水 産	入 植	計	%
	千円	千円	千円	千円	千円	
冬 期 風 浪			589 365		589 365	0.4
融 雪	2 253 761	242 500			2 496 261	1.7
台 風 2 号	4 693 882	1 837 656	323 215	104 457	6 959 210	4.8
西 日 本	27 541 064	14 281 781	552 178	373 023	42 748 046	29.6
7 月 水 害	22 965 267	10 795 483	329 011		34 089 761	23.6
8 月 水 害	8 649 442	3 954 952	161 151	13 001	12 778 546	8.9
台 風 13 号	32 452 999	8 827 788	2 986 406	767 529	45 034 022	31.2
計	98 555 715	39 940 160	4 941 326	1 258 010	144 695 211	100.0

註 昭和28年発生災害に関する資料 農林省官房総務課調 昭和28年10月29日

表7 昭和28年全国農作物被害

作 物 名	被害面積計	減収量	内 風 水 害		
	町	石	町	石	
桑	72,702				
茶	16,856				
鈴	21,362				
薯	6,670				
菜	12,410				
樹	3,966,660	12,920,040	954,550	3,163,250	9月15日現在
稻	73,027	116,450	3,941	7,000	
陸	124,914	47,206千貫	31,359	15,236	9月10日現在
甘	650,020	1,456,510 石	321,780	753,680	
小	244,569	775,000	106,226	342,270	
大	681,255	1,848,200	442,650	1,501,380	
裸	181,371	383,320	98,603	270,060	
な					
た					
ね					

註 昭和28年発生災害に関する資料 農林省官房総務課調 昭和28年10月19日

表8 水稻の被害状況 (全国)

被 害 別	8月15日現在		9月15日現在		10月5日現在		10月15日現在		收穫時		昭和24~27年平均	
	被害面積	被害減収量	被害面積	被害減収量	被害面積	被害減収量	被害面積	被害減収量	被害面積	被害減収量	被害面積	被害減収量
水 害	366 千町	1,543 千石	355 千町	1,153 千石	955 千町	3,163 千石	938 千町	3,430 千石	951 千町	3,145 千石	524 千町	1,763 千石
冷 害	50 千町	106 千石	666 千町	2,995 千石	822 千町	4,119 千石	853 千町	4,353 千石	777 千町	3,599 千石	153 千町	407 千石
病 害	606 千町	1,549 千石	904 千町	2,773 千石	— 千町	— 千石	1,423 千町	4,773 千石	1,473 千町	5,013 千石	520 千町	1,794 千石
うち、稻熱病	560 千町	1,472 千石	677 千町	2,458 千石	992 千町	3,719 千石	1,114 千町	4,346 千石	1,167 千町	4,620 千石	358 千町	1,447 千石
虫 害	661 千町	1,128 千石	736 千町	1,154 千石	— 千町	— 千石	858 千町	1,165 千石	885 千町	1,563 千石	421 千町	1,097 千石
うち、二化螟虫	548 千町	1,018 千石	527 千町	915 千石	614 千町	1,147 千石	615 千町	1,214 千石	609 千町	1,182 千石	228 千町	563 千石
そ の 他	73 千町	71 千石	79 千町	116 千石	583 千町	772 千石	105 千町	153 千石	94 千町	141 千石	142 千町	449 千石
合 計	1,756 千町	4,397 千石	2,740 千町	8,191 千石	3,967 千町	12,920 千石	4,177 千町	14,256 千石	4,180 千町	13,461 千石	1,760 千町	5,510 千石

註 農林水産統計月報17~22号 農林省統計調査部

表9 水稻の主要被害別による地方別減収量 (10月5日現在)

地 方	被 害 面 積						減 収 量					
	風水害	冷 害	いもち病	二化螟虫	その他	合計	風水害	冷 害	いもち	二 化 螟 虫	その他	合計
北 海 道	(100) 町	(101) 町	(113) 町	(113) 町	(161) 町	(104) 町	(100) 石	(101) 石	(115) 石	(119) 石	(136) 石	(102) 石
	13,710	124,420	19,800	6,120	4,800	168,850	69	962	76	10	6	1,123
東 北	(195) 町	(115) 町	(152) 町	(100) 町	(98) 町	(124) 町	(179) 石	(138) 石	(169) 石	(100) 石	(99) 石	(143) 石
	70,430	387,900	15,5240	20,920	69,200	703,690	148	1,877	652	33	103	2,813

次ページへつづく

第 1 班 総括班 報告

關東	(743)	(166)	(234)	(103)	(113)	(177)	(400)	(208)	(240)	(101)	(114)	(205)
北陸	48,750	200,470	228,690	73,640	48,120	599,670	122	854	883	143	77	2,078
東山	(64)	(101)	(117)	(102)	(108)	(131)	(330)	(137)	(124)	(97)	(108)	(151)
東海	107,470	17,530	164,750	32,310	88,300	410,360	482	72	725	56	155	1,489
近畿	(283)	(134)	(128)	(131)	(151)	(143)	(92)	(172)	(124)	(119)	(136)	(215)
中國	34,910	53,600	109,650	30,540	20,240	248,940	89	290	609	56	22	1,066
四國	(714)	(145)	(159)	(101)	(104)	(234)	(176)	(141)	(167)	(105)	(91)	(447)
九州	175,970	4,690	56,97	49,460	19,410	306,500	909	10	167	93	19	1,197
計	(686)	(130)	(117)	(110)	(128)	227	(458)	(182)	(114)	(105)	(127)	(210)
	233,490	3,250	66,260	61,120	34,200	398,320	602	10	182	133	64	992
	(188)	(150)	(125)	(131)	(115)	(136)	(194)	(145)	(129)	(119)	(111)	(138)
	64,650	12,360	79,290	86,090	50,010	292,400	129	20	242	148	73	612
	(125)	(114)	(166)	(110)	(137)	(173)	(946)	(105)	(173)	(133)	(150)	(197)
	50,630	6,470	43,560	46,530	40,450	187,640	98	14	97	70	57	336
	(105)	(166)	(135)	(127)	(113)	(118)	(99)	(160)	(148)	(173)	(124)	(124)
	154,540	11,490	67,930	207,600	208,730	650,290	514	11	87	407	195	1,214
計	(269)	(145)	(116)	(113)	(145)	(274)	(138)	(151)	(125)	(115)	(158)	
	954,550	822,180	992,140	614,330	583,460	3,966,660	3,163	4,119	3,719	1,147	772	12,920

註 農林水産統計月報 括弧内の数字は 9月15日現在に對する比率で%である

表10 水稻の作況收穫の予想および実収高

	7月15日現在	3月15日	9月15日	10月5日	10月5日	10月15日	12月26日發表	27年実収高
		現在	現在	現在	試算收穫高	予想收穫高	推定実収高	に對する増減
		%	%	%	石	石	石	石
全道		95	89	83	54,415,270	52,141,600	53,586,900	△11,228,280
北海道		94	71	70	1,996,340	2,067,700	2,288,500	△ 816,000
青森	や > 不良	98	72	72	1,114,700	1,221,700	1,407,300	△ 299,100
岩手	"	97	77	77	1,052,600	1,091,800	1,255,900	△ 234,500
宮城	"	98	82	79	1,797,200	1,853,700	2,096,800	△ 410,700
秋田	普	97	90	89	2,102,000	2,137,500	2,277,800	△ 53,000
山形	"	98	92	90	2,113,200	2,162,000	2,264,800	△ 121,200
福島	"	98	82	69	1,502,000	1,412,000	1,461,600	△ 922,000
茨城	や > 不良	96	86	77	1,739,900	1,422,800	1,365,800	△ 736,200
栃木	不良~や > 不良	95	84	69	1,185,200	1,050,700	1,037,500	△ 599,100
群馬	"	96	90	84	872,600	637,100	561,800	△ 383,100
埼玉	や > 不良	95	89	80	1,356,400	1,079,100	1,009,100	△ 489,300
千葉	"	96	87	81	1,831,100	1,601,200	1,609,500	△ 606,900
東京	"	97	91	82	196,500	121,600	109,800	△ 55,800
神奈川	"	97	91	81	430,800	312,800	303,300	△ 148,800
新潟	普	99	92	86	3,633,400	3,644,000	3,740,400	△ 152,200
富山	や > 不良	94	84	77	1,228,460	1,165,700	1,173,200	△ 278,890
石川	"	95	87	86	995,170	958,400	951,500	△ 54,790
福井	不良~や > 不良	93	86	74	739,430	775,900	775,800	△ 89,570
山梨	"	91	84	77	344,500	297,400	233,700	△ 192,100
長野	や > 不良	95	80	75	1,342,000	1,192,400	1,108,100	△ 763,200
岐阜	不良~や > 不良	95	91	84	1,131,500	1,034,200	1,000,900	△ 317,600
静岡	や > 不良	97	95	73	967,900	775,600	789,700	△ 491,600
愛知	不良~や > 不良	96	93	75	1,508,300	1,363,100	1,302,600	△ 527,000
三重	や > 不良	94	91	76	1,088,600	1,047,600	1,047,900	△ 361,300
滋賀	不良	94	93	82	1,201,500	1,180,700	1,185,200	△ 287,280
京都	不良~や > 不良	93	91	77	630,880	621,600	603,600	△ 187,230
大阪	や > 不良	96	95	84	651,380	598,400	588,900	△ 126,200
兵庫	不良~や > 不良	95	97	91	1,869,410	1,828,400	1,777,300	△ 199,160
奈良	や > 不良	95	92	85	560,930	559,100	545,000	△ 49,640
和歌山	や > 不良(水害前)	93	94	86	449,230	442,800	435,000	△ 120,600
鳥取	不良~や > 不良	95	95	95	670,900	659,200	669,700	△ 69,600
島根	や > 不良	93	94	94	927,980	926,300	935,000	△ 14,080
岡山	"	95	97	93	1,688,200	1,683,200	1,725,700	△ 110,500
広島	不良~や > 不良	94	94	93	1,330,800	1,336,300	1,387,900	△ 90,100
山口	—	94	93	90	1,158,960	1,144,400	1,202,200	△ 90,570
山形	不良~や > 不良	96	96	93	537,000	528,900	520,900	△ 6,500
徳島	や > 不良	99	98	96	770,900	757,000	797,500	△ 29,150
香川	"	98	99	95	831,900	814,700	850,400	△ 25,500
愛媛	"	99	96	92	534,600	527,400	540,300	△ 80,000
高松	—	85	87	88	1,851,500	1,848,400	1,971,000	△ 212,200
福岡	—	84	88	90	1,158,100	1,172,300	1,241,200	△ 4,900
佐賀	—	93	95	96	583,900	583,000	619,300	△ 23,100
長崎	—							

次ページへつづく

熊本	—	86	88	88	1,554,000	1,501,400	1,600,700	△	252,000
大分	—	89	92	89	1,005,000	976,700	1,033,400	△	198,300
宮崎	やゝ不良	101	105	103	941,400	892,500	944,400	△	70,400
鹿児島	普通(水害前)	103	108	107	1,263,000	1,132,900	1,224,000	△	54,600

註1. 農林水産統計月報No. 17~22号による

2. 27年度實收に対する増減は水陸稻の計

表11 府県別農地水害と西日本水害 (昭和28年10月28日現在)

	水 害 合 計				西 日 本 水 害			
	農 地	農業用施設	計	全国を100とした県別割合	農 地	農業用施設	計	全国を100とした県別割合
	千円	千円	千円		千円	千円	千円	
全 國	32 735 269	65 820 446	98 555 715		12 337 586	15 203 478	27 541 064	—
北海道	78 650	593 723	672 373	0.7	—	—	—	—
青森	961	414 154	415 115	0.4	—	—	—	—
岩手	6 244	408 402	414 646	0.4	—	—	—	—
宮城	2 907	71 542	74 450	0.1	—	—	—	—
秋田	15 850	763 535	779 385	0.8	—	—	—	—
山形	77 400	540 938	618 338	0.6	—	—	—	—
福島	11 816	232 908	244 724	0.3	—	—	—	—
茨城	—	180 536	180 536	0.2	—	—	—	—
栃木	15 000	55 000	70 000	0.1	—	—	—	—
群馬	200	140 076	140 276	0.1	—	—	—	—
埼玉	—	10 000	10 000	0.0	—	—	—	—
千葉	7 957	24 139	32 096	0.0	—	—	—	—
東京	6 104	64 166	70 270	0.1	—	—	—	—
神奈川	—	—	—	—	—	—	—	—
新潟	31 561	467 429	498 990	0.5	—	—	—	—
富山	332 436	1 068 418	1 400 854	1.4	—	—	—	—
石川	195 732	567 982	763 714	0.8	—	—	—	—
福井	1 413 300	3 315 559	4 728 859	4.8	—	—	—	—
山梨	9 500	119 527	129 027	0.1	—	—	—	—
長野	62 618	722 292	784 910	0.8	—	—	—	—
岐阜	218 920	828 702	1 047 622	1.0	—	—	—	—
静岡	120 600	527 403	648 003	0.7	—	—	—	—
愛知	442 049	2 479 565	2 921 614	2.9	—	—	—	—
三重	4 278 159	4 326 059	8 604 218	8.7	—	—	—	—
滋賀	1 011 100	1 851 550	2 862 650	2.9	—	—	—	—
京都	2 298 870	6 120 600	8 419 470	8.5	—	—	—	—
大阪	743 005	1 152 762	1 895 767	1.9	—	—	—	—
兵庫	280 784	1 879 677	2 160 461	2.2	—	—	—	—
奈良	459 104	1 301 901	1 761 005	1.8	—	—	—	—
和歌山	7 729 005	14 060 701	21 789 706	23.0	—	—	—	—
鳥取	39 754	372 210	411 964	0.4	—	—	—	—
島根	20 400	376 503	396 903	0.4	340	20 737	21 077	0.1
岡山	13 940	222 030	236 000	0.2	—	—	—	—
広島	26 152	865 408	891 560	0.9	4 496	211 322	215 818	0.8
山口	285 840	1 280 291	1 566 131	1.6	242 460	953 201	1 195 661	4.3
徳島	154 891	561 268	716 159	0.7	—	—	—	—
香川	26 850	335 853	362 703	0.4	—	—	—	—
愛媛	92 070	731 612	823 682	0.8	63 562	360 620	424 182	0.7
高知	24 310	657 250	681 560	0.7	2 835	184 993	187 828	0.7
福岡	4 819 529	4 150 616	8 970 145	9.0	4 800 352	4 006 858	3 807 210	32.0
佐賀	905 218	2 098 120	3 003 338	3.1	905 218	2 023 973	2 929 191	10.6
長崎	70 726	503 275	574 001	0.6	57 726	439 275	497 001	1.8
熊本	4 755 550	5 013 300	9 768 850	9.9	4 755 000	4 920 000	9 675 000	35.2
大分	1 511 145	2 044 143	3 555 288	3.6	1 505 597	1 971 819	3 477 416	12.6
宮崎	14 970	138 895	153 865	0.2	—	—	—	—
鹿児島	124 092	615 822	739 914	0.7	—	—	—	—
直轄	—	1 564 573	1 564 573	1.6	—	110 680	110 680	0.4

で84%, 88%, 90%となつている。このように西日本の水害は、その被害時期の関係から、その洪水の状況に比して、水稲では被害が少なかったようにみえる。これは、三重、愛知を中心につつた9月下旬の台風13号の被害と著しい対照を示すものである。そして一般に6月下旬の洪水では、耕地の流失や埋没によつて植付ができない場合を除いて、生産に及ぼす影響は、その後の時期に比して軽い。しかしこれを農家の立場からみると、直接生産量の減少は少ないにしても、肥料、農業、労力が加重されているので、負担は重くなつていのである。

次に農地の被害の状況を示すと県別では表11の如くである。すなわち全国で最も被害の大きいのは和歌山県で次に熊本、福岡、三重の順にひどい。西日本の水害については熊本と福岡の両県で被害の68%を占め、ついで大分、佐賀である。この内、西日本水害では、福岡、熊本、大分は耕地の被害が著しく大きいのが目立ち、農業施設の被害とほぼ同じ程度であることが、一つの特徴である。

3. 西日本水害に対する応急措置

(1) 対策組織とその活動

災害発生と同時に応急救助と復旧の対策措置に当るため6月30日の閣議で内閣に「西日本災害総合対策本部」を、現地福岡に「西日本水害対策本部」を設け、中央本部長に緒方副総理、現地の対策本部長に大野国務相が当り、関係各省により組織構成された。

そのおもな活動状況は次の如くである。

- a 罹災者の応急救助と民生安定のために主力を注いで、避難施設、応急住宅の設置、食糧の繰上げ配給、農家保有米補填措置、政府保有衣料品等の放出、救援金品の迅速配布等を行つた。
- b 防疫には特に注意し、必要な薬品、医療器具を準備し、赤痢の早期発見、早期治療に努めた結果、伝染病の集団発生も起らず、例年よりもかえつて好成績をおさめた。
- c 米の減収を最小限度にくいとめるため、稲苗、種もみを近県および東北、北陸方面からとりよせた。
- d 河川の決壊箇所の締切工事は、田植時でもあり最緊要なので、それぞれ完成月日の目標を定め仮工事に着手し、本格的復旧工事はその後引続いてすることにした。
- e 定期預金の期間前払戻しを実施し、金融機関に対し、政府指定預金25億円、資金運用部資金より40億円の緊急融資を行つた。
- f 交通通信の復旧には関係当局の不休の努力により関門トンネルなどは予定より早く開通した。
- g 熊本市の堆積土砂積み 240 万³m³排土費80億円、作業3ヶ月完了。
- h 学校々舎復旧のため2億円融資、流失教科書の補充、学童用救援物資の緊急手配をした。
- i 保安隊の出動人員は7月31日までに延べ23万名に達し、人命救助、各種復旧事業に目ざましい活躍をした。

西日本災害総合対策中央本部は昭和28年9月29日臨時災害対策本部に切替えられ、12月22日任務を終了して廃止された。

(2) 各省の応急措置

a 大蔵省

〔予備費〕 筑後川等直轄河川応急復旧費 1,043,000千円、農業用および建設用機械購入等の経費 208,750千円
直轄港湾災害復旧費 25,000千円、河川砂防等応急処理に必要な経費 19,443千円、災害救助費 500,000千円

〔災害救助費基準額の改訂〕 〔失業対策事業費〕 補助額 15,000千円（和歌山を含む）

〔義務教育教材費関係〕 〔負担金〕

〔応急復旧資金の融通〕 〔関税関係〕 見舞品救助品の関税免税等 〔指定預金〕

〔中小企業向け融資別枠の設置〕 〔臨時災害復興融資相談室の設置〕 〔支払手形の決済時期の猶予等〕
 〔遺族国庫債券買上償還の特別措置について〕

b 文部省

〔罹災児童、生徒に対する教科書、学用品対策〕 〔学校給食に対する対策〕 〔罹災教職員に対する共済対策〕
 〔学校教育、社会教育施設の復旧措置〕

c 厚生省

〔救援物資の輸送〕 〔救助基準の改訂〕 〔応急救助国庫負担金の交付〕 〔応急防疫対策〕

d 農林省

〔稲苗再仕立〕 〔植物防疫対策〕 〔農機具関係〕 〔肥料対策〕 〔食糧対策〕
 〔飼料対策〕 〔家禽衛生対策〕 〔復旧用材対策〕 〔薪炭策対〕 〔農地施設対策〕
 〔被災地における農協貯金の払戻措置〕 〔共済仮渡資金の融通〕

e 通商産業省

〔中小企業関係〕 開発銀行の特別融資、商工中金の特別融資、国民金融公庫の融資、国庫余裕金の金融機関への
 の新規指定予託、指定預金の引揚延期、県の信用保証協会の活用、中小企業信用保険制度の特別措置、被害
 小企業者に対する利子補給、国有機械力譲渡、貸付、交換に関する特別措置
 〔炭礦関係〕 資金、電力、杭木 〔電力関係〕

f 運輸省

〔港灣〕 〔災害罹災者用物資その他の運賃の減免措置〕 〔民間運輸機関に対する融資〕

g 郵政省

〔郵便関係〕 〔貯金関係〕 〔簡易保険関係〕

h 労働省

〔水害罹災労働者に対する共済資金の貸付〕 〔賃金の遅欠配防止のための金融措置〕
 〔失業対策事業〕 〔失業保険関係〕 〔職業補導事業〕

i 建設省

〔応急調査、つなぎ資金の斡旋〕 〔直轄河川および道路〕 北九州では稲の植付に間に合うように7月末
 日までに完了を目標に行う。

筑後川久留米東節原	締切着手6月30日, 完了7月27日	江 南	締切着手7月9日, 完了8月
坂 口	// 7月3日, // 7月20日	田 中	// 7月6日 // //
安 良 川	// 7月6日, // 8月	合 川	// 7月11日 // 8月10日
床 島	// // // //	久留米篠山	// 7月12日 // // //
木 塚	// // // //	山 田	// 7月14日 // // //
八 幡	// // // //	真 木	// 7月13日 // // //
大 杜	// // // //		

〔地方公共団体の土木施設〕 〔住宅対策〕 〔災害地の埋土排除〕

j 自治庁

〔地方財政平衡交付金の増額配分〕 〔つなぎ融資資金化状況〕 〔地方税の免税措置〕
 〔被災地地方公務員給与支給〕 〔被災地地方公務員に対する見舞金〕 〔流木処理〕

k 保安庁

〔保安隊の活動〕

l 警 察 (略), m 海上保安庁 (略), n 米軍の救助 【救助作業, 救助物資】

(3) 水害関係特別措置法

- a 水害による被害たばこ耕作者に対する資金の融通に関する特別措置 (主務 大蔵省)
- b 大水害により被害を受けた公務員等に対する国家公務員共済組合の給付の特例等に関する法律 (")
- c 大水害による公立教育施設の災害の復旧事業について国の費用負担及び補助に関する特別措置法 (主務 文部省)
- d 大水害による私立学校施設の災害の復旧に関する特別措置法 (主務 文部省)
- e 大水害により被害を受けた学校給食用の小麥粉等の損失補償に関する特別措置法 (" ")
- f 大水害の被害地域における公衆衛生の保持に関する特別措置法 (" 厚生省)
- g 大水害の被害地域における災害援助に関する特別措置法 (" ")
- h 大水害の被害地域に行われる国民健康保険事業に対する資金の貸付及び補助に関する特別措置法 (" ")
- i 大水害による病院及び診療所の復旧に関する特別措置法 (" ")
- j 大水害による社会福祉事業施設の災害の復旧に関する特別措置法 (" ")
- k 大水害の被害地において行う母子福祉資金の貸付に関する特別措置法 (" ")
- l 農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律の一部を改正する法律 (" 農林省)
- m 水害による被害農林漁業者等に対する資金の融通に関する特別措置法 (" ")
- n 大水害による被害農家に対する米麥の売渡しの特例に関する法律 (" ")
- o 大水害に伴う中小企業信用保険法の特例に関する法律 (" 通産省)
- p 大水害による被害中小企業者に対する資金の融通に関する特別措置法 (" ")
- q 大水害による被害中小企業者に対する国有の機械等の譲渡等に関する特別措置法 (" 大蔵省)
- r 大水害地域における自転車競技法の特例に関する法律 (" 通産省)
- s 大水害による地方鉄道等の災害の復旧のための特別措置に関する法律 (" 運輸省)
- t 大水害による被害地域における失業対策事業に関する特別措置法 (" 労働省)
- u 大水害の被害地域にある事業所に雇用されている労働者に対する失業保険法の適用の特例に関する特例 (" ")
- v 大水害による災害地域内のたい積土砂の排除に関する特別措置法 (" 建設省)
- w 大水害による公共土木施設等について災害の復旧等に関する特別措置法 (" ")
- x 大水害による被害を受けた地方公共団体の起債の特例に関する法律 (" 自治庁)

(4) 農業に関する応急対策の概況

a-1 稲苗再仕立 (西日本)

- (i) 稲苗再仕立用稲穂を東北, 北陸方面から集荷19,050俵配分した。
- (ii) 稲苗確保のため鹿児島県外6県より稲苗1,988,490束を輸送。

a-2 同 (南近畿)

- (i) 滋賀, 京都, 大阪, 兵庫, 三重, 愛知に対し, 和歌山県より水害地用として稲苗の要望があり, 大阪は

2.4 町分手配した。

b-1 植物防疫対策（西日本）

(i) 動力防除機具および農薬

(f) 植物防疫所に保管中の国有防除機具の貸付を行った。

動力噴霧機	702台	大型動力撒粉機	239台
背負型動力撒粉機	134台	計	1,075台

(g) 稲熱病、二化螟虫等病害防除を行うため整備農薬（硫酸銅 225 トン、銅剤 25 トン、銅水銀剤 55 トン、水銀粉剤 319 トン、パラチオン乳剤 8 トン、パラチオン粉剤 645 トン、B・H・C粉剤（3%）650 トン、B・H・C粉剤（1%）100 トン）を放出した。

b-2 同（南近畿）

(i) 国有防除機具を 115 台貸付け、8 月以降貸付は更に 85 台を増加し、計 200 台を確保した。

(ii) 全購連大阪支所手持硫酸銅 120 トンおよび三共ボルドウ 5 トンを輸送した。

c 農機具関係（西日本）

調査の結果災害地帯にある主要農機具工場の被害が比較的少く農機具の生産に支障のないことが判明した。災害を受けた農機具（第 1 次は石油発動機、電動機、ポンプ、耕耘機、噴霧機等）中、修理を要するものにつき県において修理班を派遣し、その活動により修理を行った。国はこれに対し必要な経費の補助を行うための予算措置を行うこととした。

流失損耗の主要農機具の購入については融資および利子補給を行うよう所要の立法措置を推進することとした。

d-1 肥料対策（西日本）

(i) 水害跡地に必要な加里肥料について

(f) 全購連手持加里肥料 1,041 トンを現地に急送し、とりあえず苗代田肥料に充当させた。

(g) 化成肥料製造業者手持加里塩の内 4,150 トンを現地に急送した。

(h) 水害に伴う需要増薬分概ね 27,500 トンを緊急輸入実施中。

(ii) 磷酸質、窒素質肥料については、国内の生産で充分余裕があるので緊急必要な数量（化磷酸 4,317 トン、硫酸 5,028 トン）を全購連をして手配をさせた。

d-2 同（南近畿）

加里肥料を和歌山県向 150 トン、奈良県向 50 トン急送したが、その後の状況により更に 290 トンを次の如く配分し、現地に輸送し、この対策を一応完了することとした。

奈良県 49 トン 和歌山県 44 トン 鳥取県 96 トン 島根県 101 トン 計 290 トン

e-1 食糧対策（西日本）

(i) 食糧は差し当り現地において不足はないがなお精麥 500 トンを輸送した。

(ii) 麥の検査規格を改正し、新たに 6 等を設け被害を受けた麥の買入をもすることとした。

(iii) 蔬菜については大阪、徳島、宮崎、香川、愛媛等より緊急出荷した。

e-2 同（南近畿）和歌山県

(i) 罹災市町村に対する農家に対する特別配給代金延納を認めた。（保有米を流失した農家に対しては特別配給を行い、特に困窮せるものには収穫までの配給分について代金の延納を考慮する）

(ii) 卸売人に対し政府代金の延納を認めた。

(iii) 現地に食糧の貯蔵は10月分まで確保されているが、電力不足のため精米不足の心配があるので大阪、神戸より精米1,280トンを輸送した。

(iv) 県の要請に応じ差し当り精米500トンの応急米を県に追加割当した。

(v) 約7トンの米を国鉄、郵政、電気、通信関係の復旧事業の促進のため要請のとおり加配した。

(vi) 精麥の委託加工400トンを行つた。

奈 良 県

(i) 十津河村への内地精米30トン搬入。

(ii) 三重にて緊急搗精を行い和歌山新宮市を經由搬入するよう指令す(8月21日)。

(iii) 応急用粹として(精米250トン)売却。

f 飼料対策 (西日本)

(i) 災害地に対し緊急用として飼料用小麥1,004トン、とうもろこし1,800トン、粳652トンを放出した。

(ii) 全購連所有粳1,100トンの旋斡を行つた。

g 家畜衛生対策

(i) 浸水畜舎消毒用薬品九州地区に N.C.C 3,750 トン、ロジール 2,250 トンを急送した。

(ii) 緊急予防接種用として炭疽ワクチン 14,000cc、和歌山に 1,000cc を急送した。

(iii) 罹災家畜の外傷治療と消化器疾病の早期発見と治療のため応急救護措置を行わしめた。

h-1 復旧用材対策 (西日本)

熊本営林局において国有林材の災害県への供給量の割当を7月19日九州各県に187,400石(23,585石)決定した。福岡県の緊急復旧バラック一千戸建設用製材は国有材を裏付けとして民間手持製材10,000石供出手配のところ、現物集荷した。地方建設局関係筑後川応急用杭丸太10,500石については福岡林産商事KKが一手取扱い、内7,500石を集積し逐次工事現場に発送した。

以上復旧用材の供給は熊本営林局管内供給営林署が当り、受入態勢の整つた処より逐次供給することにした。処分方法は急速且つ円滑に処分のできることを主眼として随意契約によることとした。現場の買受人および買受人別数量等については供給営林署長が県林務部課並びに関係団体と協議の上決定。

h-2 同 (南近畿)

和歌山県の復旧用材の総所要量544,800石、うち緊急所要量323,400石である。以上緊急所要量323,400石の第1次所要量として163,400石の手配を国有林に対し要請、そのうち9営林署処分方法は西日本と同様随意契約とする。受入機関については和歌山県下13木材協同組合をして連合会を結成せしめ、運営に当らしめ、それまでの間流木整理組合に一応代行せしめた。処分価格の基準は西日本と同様とし、県と協同組合と合議の上決定。森林法第18条の例外伐採適用を要請した地区は福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、和歌山、奈良の7県である。

i 薪炭対策 (西日本)

7月18日現在九州災害用として国有木炭の割当は割当数量39,900俵のうち7月18日までの入荷実績は15,039俵および管外営林局よりの入荷実績7,843俵、計22,882俵である。これらの応急木炭はすべて災害直前の価格をもって払下げしたので木炭価格の高騰を抑制するに充分役立っている。

j 農地施設対策 (応急復旧用機械について)

(i) 西日本災害応急対策として20,000千円をもって国が揚水機100台の購入を行い、北九州災害各県に熊本農地事務局を通じて貸与した。

(ii) 北九州および和歌山県水害応急対策として117,000千円にて国が揚水機34台、ブルドーザー17台、ダンプトラック17台、ディーゼルショベル2台、トレラー2台を購入し、北九州水害各県並びに和歌山に熊本、京都農地事務局を通じて貸与した。

k 被災地における農協貯金の払戻措置 (西日本)

農林中央金庫をして被害地における農協の貯金の払戻しに支障を来さぬための応急貯払資金その他応急資金の貸付等の措置を講じた。

l 共済仮渡資金の融通 (西日本)

(i) 7月14日の閣議に基き30億円が指定予金として国庫から中金に予託された。昭和28年産麥保険金仮渡資金に充てるため、7月17日から農業共済基金よりの融資を開始した。現在貸出済の農業共済組合連合会は、福岡県農業共済組合連合会外24連合会でその総額は16億420万円である。

(ii) 水稲保険金仮渡資金融通

昭和28年産水稲に対する流失埋没、植付不能の被害に対する仮渡資金は9月6日から農業共済基金より西日本および和歌山等24農業共済組合連合会に対して融資を開始した。
なお融資額は13億円以内の見込である。

II 水害発生の要因

1 概 況

水害発生の要因は気象、地質、地形の如き自然的要因が一般に強調される。もちろん、洪水はそれを惹起する降雨の状況に左右され、また洪水を流下する河川の状況により、流域に氾濫して水害を起すのである。

しかし、このことは洪水による現象が単に自然現象であることを示すものではない。洪水を流下する流域の土地は人工的に、自然のすがたが変えられ、河川は著るしく手が加へられている。このようにして、自然のすがたが著るしくかわつた現在では洪水現象そのものすら、自然のすがたのままの現象ではなくなつてゐるはずである。しかも、被害を受ける対象は流域の

表12 各地の最大日雨量と既往最大雨量との比較

水系名	雨量観測所名	今回の最大日雨量	既往最大雨量	その年月日
筑後川	小 國	432.6 ^{mm}	266.1 ^{mm}	大正10.6.17
〃	日 田	282.4	235.0	昭和10.6.29
〃	久留米	317.2	250.0	〃 10.6.27
大野川	竹 田	343.5	487.7	〃 18.9.19
川内川	栗 野	98.8	262.0	〃 18.9.19
球磨川	八 代	205.3	210.0	〃 18.9.19
菊池川	玄 門	290.0	231.8	〃 22.6.23
遠賀川	飯 塚	235.3	301.8	〃 10.6.?
山國川	中 津	210.0	—	不 明
大分川	今 市	318.0	292.0	〃 14.7.22
五ヶ瀬川	見 立	130.0	296.0	明治38.8.?
白 川	内 牧	441.0		

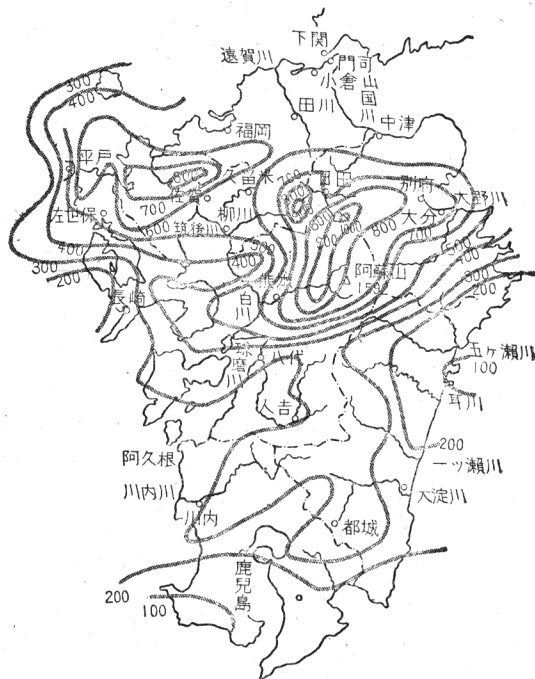


図1 降雨分布図
昭和28年6月24日9時~29日9時

開発がすすみ、人口が増大するに従つて益々増大しているのに、同一の現象であつても、被害は次第に加重されて来るにちがいない。

このような要因を、それらの相互の関連がどのようになつて洪水が激化され、水害が発生したかという観点から明らかにすることが必要である。しかし、これは、甚だしく困難なことであるので、その重要な要因となる事項について個別にのみ述べることにする。

この場合に必要なことは、それぞれの河川の流域によつてその様相が著しく異なるので、ここでは筑後川について状況のあらましを述べることにする。

西日本水害地域全般における概況をみるにまず今回の雨量を既往の最大雨量と比較すると表12の如くである。

このような、既往最大雨量をこえる大きい雨が各地で降つている。その分布の状態は図1に示す如くである。

この雨は、昭和28年6月25日から北上した梅雨前線が、九州の中部と北部との約100kmの狭い区域を北に南にゆつくりと振動し、時には停滞して30日に至る5日間に筑後川流域に未曾有の豪雨をもたらしたものである。

河川はこのようにして著しく増水し、破堤、氾濫した。その出水状況をみると表13、表14の如くである。

表13 最高水位と既往最高水位

河川別	代表水位 観測所名	計画 高水位	西日本水害		既往最高	
			最高水位	年月日	最高水位	年月日
筑後川	瀬下	7.598	9.00	昭和28年6月26日	7.25	昭和10年6月30日
大野川	白瀧橋	10.661	8.63	〃 〃 29	11.336	〃 18 9 20
川内川	川内	6.759	4.08	〃 〃 29	6.00	〃 18 9 20
球磨川	人吉	4.932	3.22	〃 〃 27	5.06	〃 25 9 13
菊池川	玉名	7.102	6.70	〃 〃 27	5.96	〃 15 8 11
遠賀川	日ノ出橋	7.126	5.40	〃 〃 28	5.65	〃 16 6 27
山國川	金谷	7.17	6.05	〃 〃 27	6.70	〃 19 9 7
大分川	明積橋	6.335	6.60	〃 〃 26	5.55	〃 16 10 1
五ヶ瀬川	三須	6.80	3.36	〃 〃 27	不明	〃 18 9 7

表14 最大流量、既往最大流量、計画洪水流量

河川別	計画 洪水流量 m ³ /s	西日本水害		既往最大	
		最大流量	年月日	最大流量	年月日
筑後川	5,000	推定9,500 ~10,000	昭和28年6月26日	4,726	昭和10年6月30日
大野川	7,000	—	不明	6,100	18 9 20
川内川	3,500	1,474	28 6 29	2,888	18 9 20
球磨川	5,000	—	不明	4,230	25 9 13
菊池川	3,000	2,888	28 6 27	—	不明
遠賀川	3,700	2,888	〃 〃 28	—	〃
山國川	3,200	2,500	〃 〃 27	3,570	昭和19 9 17
大分川	3,000	3,343	〃 〃 26	2,550	—
五ヶ瀬川	6,000	—	不明	—	—

このように、この洪水での水位は既往最高水位に比して筑後川、菊池川、大分川では大きくなつている。そして計画洪水水位に比しても筑後川、大分川が大きいことがわかる。計画洪水流量との比較も大体水位と同一で、特に筑後川は計画洪水流量に比して2倍近くであることは注目すべきことである。

この増水のためこの地域の河川では、氾濫破堤し流域に著しい被害を与えている。河川の破堤、欠壊状況は次の如くである。

筑後川	破堤	26ヶ所	延長7,442m	堤防欠壊	19ヶ所	3,827m
	堤防崩壊	39	8,932m	護岸欠壊	38	14,531m
	床固欠壊	4	540m			
遠賀川	破堤	1	200m	堤防欠壊	1	60m
	護岸欠壊	7	1,730m			
菊池川	破堤	1	400m	堤防欠壊	1	1,200m
	護岸欠壊	1	420m			
大野川	破堤	5	1,135m			
山国川	護岸欠壊	4	720m			
五ヶ瀬川	//	1	400m			
球磨川	水制欠壊	3	1,600m			
川内川	護岸欠壊	4	910m	根固欠壊	1	253m

2 筑後川における概要

(1) 筑後川の特質

a 地形

筑後川は熊本、大分、福岡、佐賀の4県にまたがって、その流域面積 2,860km² でその内、平地 743km² 山地 2,113km² である。

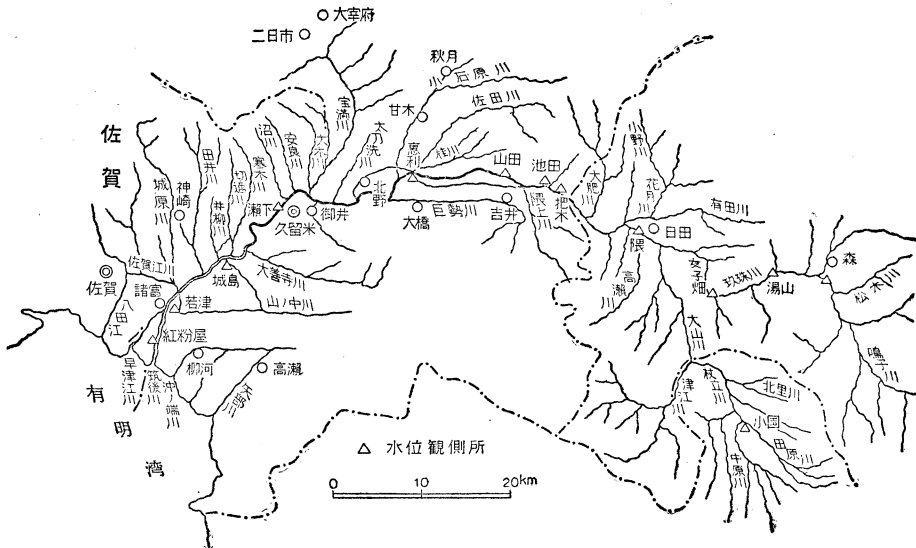


図2 筑後川の図

上流は玖珠、阿蘇の山系より大山川、玖珠川となつて日田盆地で合し、夜明の狭捲部を経て筑後平野に出る。その経済の中心は筑後平野であるが山間部では小国、森および日田の如き山間の平地がわずかに開けている。この状況は今回の二大水害河川である筑後川と白川とを比較すればその流域の著しい性格の相違がわかる。

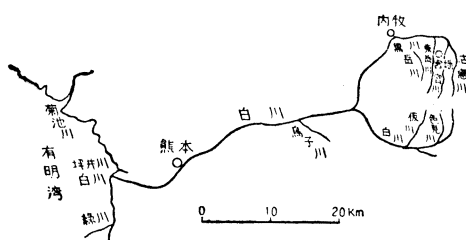


図 3 白川の図

水源地方の溪流の勾配は、玖珠上流の田野、野上、町田の三川の平均勾配は1/14.7で、大山川上流の津江、杖立川の平均勾配は1/18.4である。更に、玖珠川、大山川の合流点に至る間の勾配はそれぞれ1/117.8、1/149.5である。

今、おもな河川、溪流の勾配を示すと次の如くである。津江川1/15.4、玖珠川本川1/117.8、杖立川1/22.8、大山

川本流1/149.5、町田川1/10.7、田野川1/17.2、野上川1/19.2、本流では日田～把木1/590、把木～山田1/666、山田～塚島1/1,250、塚島～瀬下1/3,333、瀬下～河口1/10,000その縦断面は図4の如くである。

b 筑後川改修工事

筑後川はその流域面積 2,860km²、流路延長 138kmで、その下流部は肥沃な沖積平野で、灌漑面積 45,000haといわれている。

この川は、明治以後、再三改修が行われている。まず明治16年、河口から大分県隈町にいたる間の修築工事が行われ、120万円を投じて明治31年竣工した。この工事は、主

として低水路の改良であり、高水防禦工事は地方の負担によりその可能な範囲内で施行された。それで、金島、小森野、天建寺、坂口の4放水路が開鑿されたが、十分な効果をあげていなかった。しかも、明治22年の大洪水のためその間に、激甚な被害を被つたので、第一次高水工事の計画ができ、明治29年にこれを起工し、140万円の工費で明治36年に完成している。この工事も、財政上の理由等のため、局部的であつた。

大正10年の大洪水は、明治22年に劣らぬ被害をもたらし、第二次の改修計画をみた。

この計画は、第一次改修を補足し、全川を通じて一貫する工事をした。改修の方法は、河状を正し、掘鑿し、不規則な堤防を改築若しくは増築し、河積を拡張し洪水の疏通を計り、細支流で逆流する箇所に水門を設けた。また、金島以下の4放水路はこれを本流に開鑿し、沿岸の被害を除いた。下流感潮区域で、出水の影響の少ない部分も、必要に応じて堤防を一層強固にし安全を期し、高汐の脅威に備えさせている。なお、諸富、若津港から下流河底に沈積している土砂は、淺渌し、河積の増大と、航路の改良を計つている。

この計画での洪水量は幹線 5,000m³/s、派川の早津江川はその内 1,300m³/s、諸富川は 2,500m³/sを分派す。川幅は幹線で 250～950m、早津江川 200～750m、諸高川 200～230mとする。堤防の標準断面馬踏7m、両法2割、計画洪水位上 1.5mとし、支派川等はこれに準ずる。

この工事は初め大正12年度以降、12年間の継続事業として、1,132万円（内福岡および佐賀県負担396.7万円）で幹線福岡県浮羽郡千年村以下、河口に至る 61.9km および支川小石原川、佐田川、派川早津江川、諸富川を加えて合計 76kmとした。大正14年度に至り事業繰延のため、竣工期限26年度とすることになりその後更に延長されている。

以上は筑後川本流の直轄工事の概要である。これに関連して支川の改修は関係各県によつて部分的に行われている。その状況は明らかでないが一部は災害復旧工事として、また一部は砂防工事として、河川の状況は変化している。このことは多くの支川の流出を次第に早めているはずである。

この支川の洪水流入量の変化は本川の計画にどのように考えられて来たかは明らかでない。

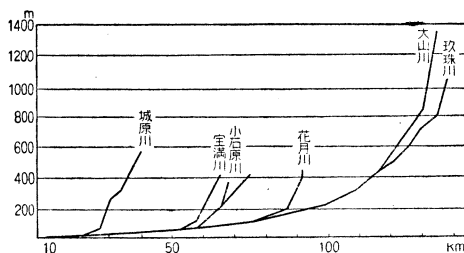


図 4 筑後川縦断面図

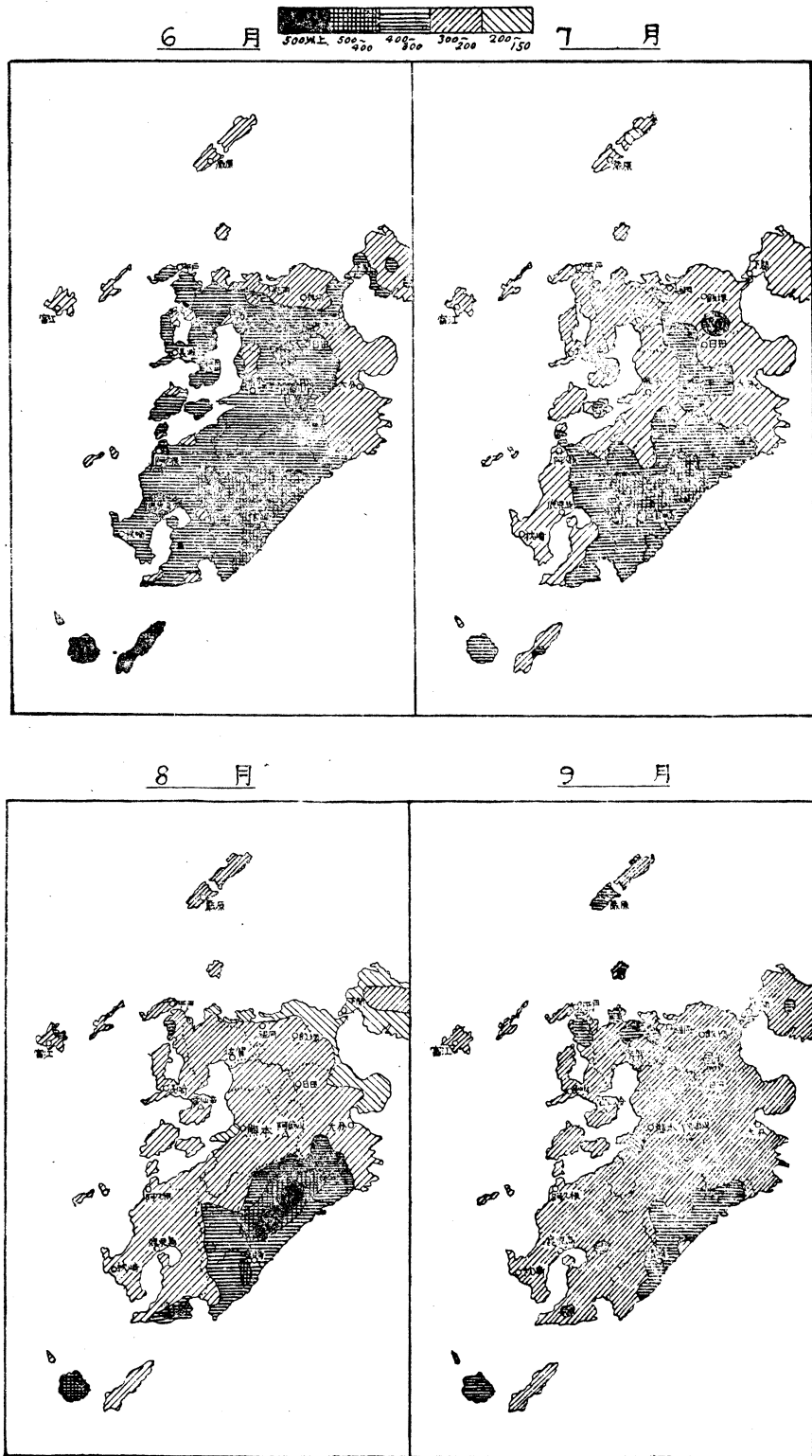


图5 a 九州6—9月降水量

全 年

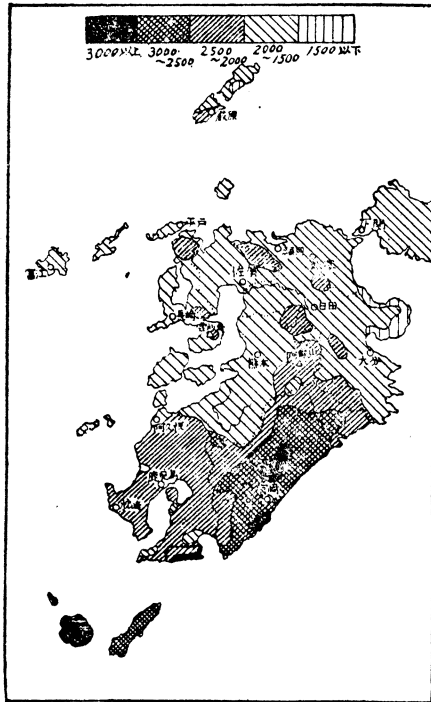


図 5 b 九州全年降水量

(2) 洪水発生の要因

a 降 雨

降雨の分析は洪水と共に各所で詳細に示されているので、ここでは概況だけにとどめる。九州でこの地域は地形の関係から豪雨は梅雨期に多い。このことは南九州の雨は台風の雨であり地域的に著しい性格の相違を示している。6～9月の降雨の分布は図5の如くである。

すなわち、阿蘇山を境としてその南と北では、全年の雨量について著しい相違のあることがわかる。その相違は6～9月をとつてみると、6月7月には北部に比較的多いが8月では、降雨は南部の山地に集中している。9月ではその状況は8月とほぼ似ているが、北部もやや多くみられる。

これがため、北部の洪水は6～7月の梅雨期に、8～9月の洪水は南部の台風の雨に集中して北部では比較的安全である。

これを筑後川流域の月別降雨についてみると表15の如くで、6月または7月の降雨が約300mmで、この2ヶ月で1ヶ年の約3分の1の降雨があることになる。

次に強雨の発生状況(日雨量)をみると表16の如くで、今回の雨量が従前の記録を超えていることを示している。

表 15 月 別 平 均 降 雨 量

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	
甘 木	63.074.0	114.4	159.0	142.8	317.5	290.8	156.2	196.7	102.2	66.9	64.6	1748.1	明治27～昭和25年	
吉 井	62.076.3	122.7	162.4	143.1	316.4	315.4	171.0	204.7	104.6	67.1	171.2	1816.9	〃	
久留米	56.675.8	122.6	176.8	159.6	335.4	308.8	177.7	203.9	194.0	67.6	60.0	1859.8	〃	
佐 賀	51.069.1	117.7	170.3	152.6	320.5	294.8	160.5	218.0	110.2	65.3	55.2	1783.2	明治34～昭和25年	
福 岡	64.278.7	104.6	130.3	111.8	260.7	233.2	145.0	217.4	111.6	78.4	76.0	1612.4	〃	
大 分	42.369.9	111.9	132.2	132.6	248.0	238.6	170.7	233.1	145.6	60.8	47.2	1632.9	〃	
熊 本	55.573.1	119.9	160.9	158.3	353.4	297.4	164.8	176.0	110.4	68.8	62.6	1801.1	〃	

表 16 筑後川流域の強雨(日雨量100mm以上)とその発生月

オバージへつづく

地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
吉 井	降雨量	235.7	222.0	202.5	193.5	187.5	184.9	165.0	160.0	156.8	155.0	155.0	153.7	145.5	142.0	141.0
	発生月	6	7	7	6	6	4	7	9	9	8	7	7	6	7	7
日 田	降雨量	245.8	214.0	195.3	194.0	186.9	173.2	154.8	152.5	144.2	139.8	137.5	136.3	135.1	124.7	122.7
	発生月	6	7	9	7	7	6	7	9	7	4	10	6	9	8	7
甘 木	降雨量	307.5	237.2	195.3	175.9	166.0	163.0	159.0	158.7	155.0	153.5	150.9	145.0	140.7	140.1	135.0
	発生月	6	6	7	4	4	7	6	8	9	4	9	7	5	6	7
久留米	降雨量	211.8	199.2	185.0	178.5	175.3	175.0	174.3	173.7	165.7	164.8	164.0	157.6	152.1	151.8	151.3
	発生月	7	6	7	7	9	7	4	9	4	6	4	7	6	7	9

前ページよりのつづき

筑後川流域の強雨（日雨量100mm以上）とその発生月

順位		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	今回
吉井	降雨量	138.5	135.8	135.0	135.0	132.0	131.8	131.0	131.5	130.0	128.5	127.7	127.0	126.6	126.0	125.0	283.5
	発生月	6	9	6	6	5	9	6	10	6	8	10	6	6	9	4	1位
日田	降雨量	121.4	118.3	116.4	115.2	113.9	111.9	111.8	108.4	107.3	107.1	105.5	104.5	104.2	103.4	102.8	292.4
	発生月	8	6	7	7	7	8	6	7	6	6	6	5	6	8	6	1位
甘木	降雨量	134.9	130.0	130.0	125.0	124.5	122.5	121.8	121.0	118.6	118.6	115.5	115.5	115.5	112.5	112.0	311.6
	発生月	7	9	6	1	7	6	7	7	6	6	6	6	7	6	7	1位
久留米	降雨量	149.7	148.6	146.1	144.5	143.7	140.6	139.2	139.2	138.5	137.2	131.9	128.8	128.6	128.1	127.0	317.2
	発生月	6	7	8	9	5	7	8	6	9	8	9	6	10	8	4	1位

これを月別の強雨の回数で示すと表17の如くで6～7月が大体70%になっている。

この流域分布は図6の如くである。これを時間雨量について図示すれば図7の如くで、25日19～24時に最初の豪雨があり、続いて26日6～12時に第二回目の豪雨があつた。この豪雨は第一回目よりやや大きいようであるが、第一回によつて地表は飽和されており、この時の流出は極めて多かつたであろうことが伺われる。この時の豪雨が最大の洪水となり、決定的な水害をもたらした雨であるということができよう。

表 17 筑後川の強雨（日雨量 100mm以上）の発生月（30回について）

月 別	回 数				割 合			
	日 田	吉 井	甘 木	久留米	日 田	吉 井	甘 木	久留米
4 月	1	2	3	4	3.3	6.7	10.0	13.3
5 月	1	1	1	1	3.3	3.3	3.3	3.3
6 月	10	11	12	6	33.3	36.7	40.0	20.0
7 月	10	7	10	8	33.3	23.3	33.3	26.7
8 月	4	2	1	4	13.2	6.7	3.3	13.3
9 月	3	5	3	6	10.0	16.7	10.0	20.0
10 月	1	2	0	1	3.3	6.7	—	3.3
計	30	30	30	30	100.0	100.0	100.0	100.0

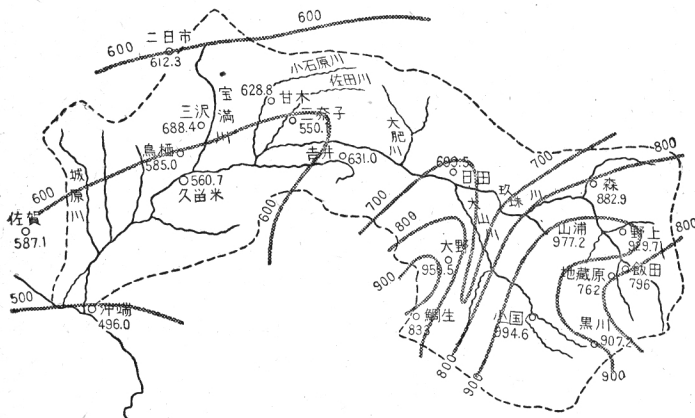


図 6 筑後川流域内雨量分布図（昭和28年6月25日～9月30日9時）

次に森地方では27日18～21時および28日夕刻より豪雨が再びあつたが、前回には及ばない。

この豪雨の上下流部における時間的ずれをみるに6月25～26日の状況ではほとんど同時であつた。従つて上流の豪雨は玖珠川、大山川からほとんど同時に日田に集まつたとみることができる。夜明ダムの欠潰が26日の正午頃であつたのをみても、この間の流出のピークは極めて早かつたことがわかる。

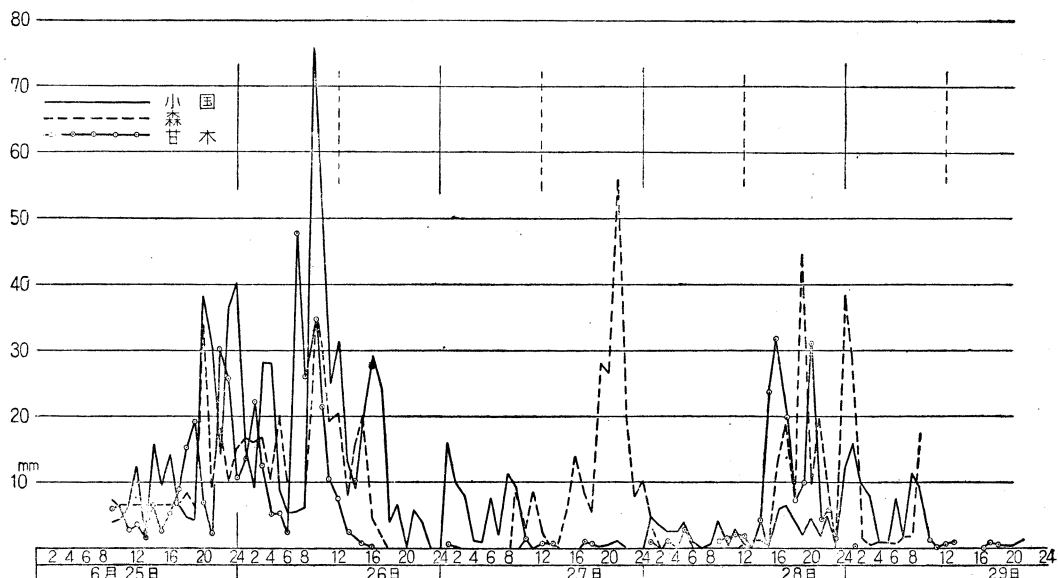


図 7 毎 時 雨 量 (昭和28年6月25~29日)

b 洪 水

筑後川の洪水は、降雨の状態から、6~7月に多いことは明らかである。過去の洪水では明治22年と大正10年が大きい、明治22年のものは明らかでない。筑後川における既往最高洪水位を示すと表18の如くである。

また、年次別の既往最高水位についてみると表19の如くである。これを発生月の回数で示すと次の如くなる。

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計
山 田	1	0	6	10	3	2	3	25
瀬 下	0	1	4	11	3	2	0	21

これを発生月別の最大流量で示すと次の如くである。

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	最大
山 田	最大流量 m ³ /s	2,340		3,940	3,650	3,130	3,990	3,330	3,990
	発生年月日	8.4.26		3.6.26	21.7.8	2.8.10	19.9.17	20.10.10	19.9.17
瀬 下	最大流量 m ³ /s		2,460	3,850	4,220	4,200	3,740		4,220
	発生年月日		8.5.17	22.6.24	20.7.12	24.8.19	19.9.17		20.7.12

今回の出水の状況を、最高水位と降雨の関係を上流部で示せば図8の如くである。すなわち、降雨のピークは前に示したように大体、全地域にわたって26日9時であるが、水位のピークは図に示すように上流部で26日11~13時であり、日田、夜明では14時となっている。このように、水位のピークは山地においてはほとんど時間的の差がなく、降雨のピークからみて極めて短時間に出水したものと見えるのである。

夜明の彎曲部以下の状況を示すと次の如くである。

隈 26日 14時 長 谷 26日 14時 夜 明 26日 14時

表 18 筑後川の測水所の最高水位、計画高水位

観測所名	既 往 最高水位	発 生 年 月 日	今 回 の水位	計 画 高 水 位
隈	2.94	大正10.6.30	3.85	—
山 田	8.79	10.6.30	8.40	8.335
池 志	6.82	10.6.30	—	7.682
山 波	8.48	10.6.30	7.50	7.827
山 惠	5.00	昭利3.6.26	—	6.716
三 川	6.06	大正10.6.1	—	6.636
高 島	3.24	昭利3.6.27	—	3.844
塚 島	7.47	3.6.27	—	8.026
足 穂	7.71	20.7.12	—	7.773
宮 瀬	7.40	大正10.7.1	—	8.162
瀬 下	7.15	昭利10.6.30	8.95	7.598
若 津	6.41	10.6.30	7.13	6.247
紅 粉	5.03	10.6.30	3.36	4.843
屋 粉	4.90	10.6.30	—	4.310

表 19 年 別 最 高 水 位 と

年 次	隈		池 田		志 波		山 田		恵 利	
	月 日 時	水位	月 日 時	水位	月 日 時	水位	月 日 時	水位	月 日 時	水位
大 正 13 年	8.	1.35	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	1.89	6.28.16	4.50	—	4.73	6.26	4.77	—	3.85
15	7. 7.11	1.45	—	—	7. 7.14	3.34	7. 7	2.88	—	—
昭 和 2	—	—	8.10.22	5.55	8.10.22	5.45	8.10.23	5.55	8.10.23	4.34
3	6.26.24	2.35	6.26.23	6.30	6.26.21	5.97	6.26.22	6.00	6.26.23	5.00
4	7. 5.19	2.35	7. 5.20	6.10	7. 5.20	5.80	7. 5.20	5.60	7. 5.21	4.38
5	8.12.18	1.46	—	—	8.13. 3	3.08	—	—	4.25.16	7.32
6	7. 6.15	1.75	7. 6.15	4.10	7. 6.15	4.30	7. 6.15	3.92	7.12.22	3.45
7	7. 7.21	1.60	7. 7.19	3.90	7. 7.20	4.11	7. 7.19	3.84	7. 7.22	3.36
8	7.25.21	1.85	4.26. 4	4.10	4.26. 6	4.45	4.26. 6	4.10	4.26. 7	3.62
9	7.24.20	1.34	7.24.14	3.20	7.24.14	3.63	7.24.14	3.46	—	—
10	6.30. 1	2.35	6.30. 1	6.20	6.30. 1	5.68	6.30. 2	5.80	6.30. 3	4.70
11	7. 2. 4	2.10	7. 2. 4	4.40	7. 6.17	5.06	7. 6.17	4.85	7. 6.18	4.16
12	10. 8.16	1.53	—	—	10. 8.17	3.32	10. 8.17	3.30	—	—
13	6.14.17	1.95	10. 4. 6	3.90	6.14.18	4.94	6.14.18	4.93	6.14.19	4.20
14	7.23.11	1.50	—	—	7.23.12	3.26	7.23.12	3.27	—	—
15	8.11.13	2.45	8.11.13	6.90	8.11.15	5.80	8.11.15	5.86	8.11.16	4.70
16	6.27.16	1.90	6.27.17	4.22	6.27.18	4.69	6.27.19	4.40	6.27. 6	3.80
17	6.14.15	2.10	6.14.16	5.20	6.14.16	5.30	6.14.16	5.30	6.14.17	4.30
18	9.20.13	2.30	9.20.14	5.25	9. 2.21	3.57	9.20.15	5.37	9.20.16	4.27
19	9.17.13	2.22	9.17.12	6.30	9.17.13	5.95	9.17.14	6.08	9.17.15	4.80
20	10.10.24	1.80	10.10.23	6.07	10.10.21	5.70	10.10.22	5.80	7.12.14	4.00
21	6.22. 8	2.00	7. 8.10	5.70	7. 8.11	6.00	7. 8.11	6.30	7. 8.12	4.70
22	6.24.12	2.10	6.24.10	5.22	6.24.10	5.20	6.24.10	4.80	6.24.11	4.17
23	7. 5.23	1.65	7. 5.19	3.25	7. 5.23	4.08	7. 5.22	3.88	—	—
24	7. 5.18	2.00	7. 5. 7	5.14	9. 5.17	5.00	7. 5.17	5.00	7. 5.18	3.60
25	9.13.24	2.00	9.14. 1	5.50	9.14. 1	5.05	9.14. 1	5.10	—	—
26	7.14.21	2.12	7.14.22	5.40	10.15. 2	5.15	7.14.23	5.15	7.14. 2	3.40
27	6.19.22	1.50	6.26.22	3.40	7. 3. 6	3.32	7. 2. 6	3.28	—	—
28	6.26.14	3.85	6.26. 8	8.40	—	流失	6.26. 6	7.50	—	—

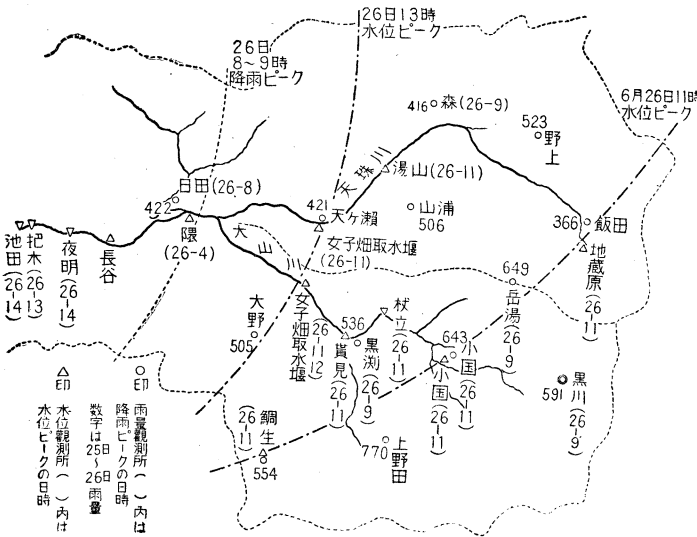


図 8 筑後川上流降雨と洪水

- 把 木 26日 13時
- 池 田 26日 14時
- 山 田 26日 15時
- 片 瀬 26日 18時
- 陣 屋 26日 11時
- 瀬 下 26日 17時
- 城 島 26日 18時
- 若 津 26日 22時
- 京 町 26日 18時

下流の水位の変化を示すと図9の如くで、日田(隈)の水位の山に比して片瀬、瀬下の山が低いのは破堤の影響が大きいものと推定できる。

洪水の出かたについて過去の洪水と比較することは資料の関係でできなかった。しかし前述の雨の資料から、計画洪水量5,000m³/sの2倍の洪水流量になるだけの雨が降つたとは考えられないようにみえる。

そ の 発 生 月 日

三 川		島		塚 島		足 穂		宮 瀬		瀬 下	
月 日 時	水位	月 日 時	水位	月 日 時	水位	月 日 時	水位	月 日 時	水位	月 日 時	水位
—	—	—	—	8.24.22	3.95	—	4.21	—	5.06	—	—
—	4.51	—	—	—	6.06	—	5.77	—	6.22	—	—
—	—	—	—	7. 8. 1	3.80	7. 7.18	4.67	7. 7.19	5.30	—	—
8.11. 1	4.95	—	—	8.11. 2	6.58	8.11. 4	6.08	8.11. 2	6.47	—	—
6.27. 3	5.80	—	—	6.27.21	7.47	6.27. 5	6.60	6.27. 7	7.16	—	—
6. 5.22	4.90	—	—	7. 5.24	6.10	7. 5.24	5.76	7. 5.24	6.16	—	—
—	—	—	—	8.13.17	4.86	8.13.19	4.93	8.13.20	5.48	—	—
7. 6.16	4.13	—	—	7. 6.21	5.65	7. 6.22	5.36	7. 6.24	5.88	7. 7.12	5.17
7. 7.23	4.16	—	—	7. 7.24	5.75	7. 8. 2	5.40	7. 7. 1	5.94	7. 8. 6	5.36
—	4.34	—	—	4.26.10	5.80	4.26. 9	5.36	—	5.92	4.26.12	5.27
—	—	—	—	7.24.18	4.66	7.24.19	4.45	4.26.11	5.17	7.25.21	4.94
—	5.20	—	—	6.30.10	7.02	6.30.17	6.62	7.25.18	7.40	6.30.23	7.15
—	4.29	—	—	7. 6.21	5.20	7. 6.21	5.04	7. 1. 2	5.64	7.21.20	5.52
—	—	—	—	10. 8.20	3.91	10. 8.21	3.93	7. 6.21	4.79	—	4.70
—	4.59	—	—	6.14.20	6.15	6.14.21	5.77	7.28.16	6.40	7.28.17	6.29
—	—	—	—	7.23.16	3.84	7.23.18	3.90	6.14.22	—	6.14.24	4.23
—	5.00	—	—	8.11.18	6.18	8.11.18	5.92	8.11.18	6.38	8.11.19	6.17
—	4.50	—	—	6.27.20	6.12	6.27.21	6.02	6.27.22	6.69	6.27.22	6.33
—	4.61	—	—	6.14.24	6.29	6.16.24	6.12	6.15.23	6.50	6.15. 4	6.40
—	4.76	—	—	9.20.17	6.26	9.20.11	6.10	9.20.19	6.60	9.20.21	6.42
—	5.20	—	—	9.17.15	6.60	9.17.16	6.36	9.17.14	6.70	9.17. 8	6.40
—	4.84	—	—	7.12.10	6.00	7.12.21	6.71	7.12.22	7.21	—	—
—	5.09	—	—	—	—	7. 8.14	6.56	—	—	7. 8.15	6.45
—	4.36	—	—	—	—	6.24.14	5.93	—	—	6.25. 1	5.87
—	3.84	—	—	—	—	7. 6. 1	5.84	—	—	7. 6. 3	5.54
—	4.24	—	—	8.18. 1	6.03	8.18. 2	6.32	—	—	—	—
—	4.20	—	—	9.14. 9	6.12	9.14. 9	6.36	9.14. 9	7.02	9.14.11	6.67
—	4.24	—	—	7.10.14	6.33	7.10.16	6.40	7.10.16	6.87	7.14. 7	6.62
—	—	—	—	9.14.20	4.60	9.14.22	4.87	9.15.20	5.30	6.23.14	4.94
—	流失	—	—	—	流失	—	流失	—	—	—	—

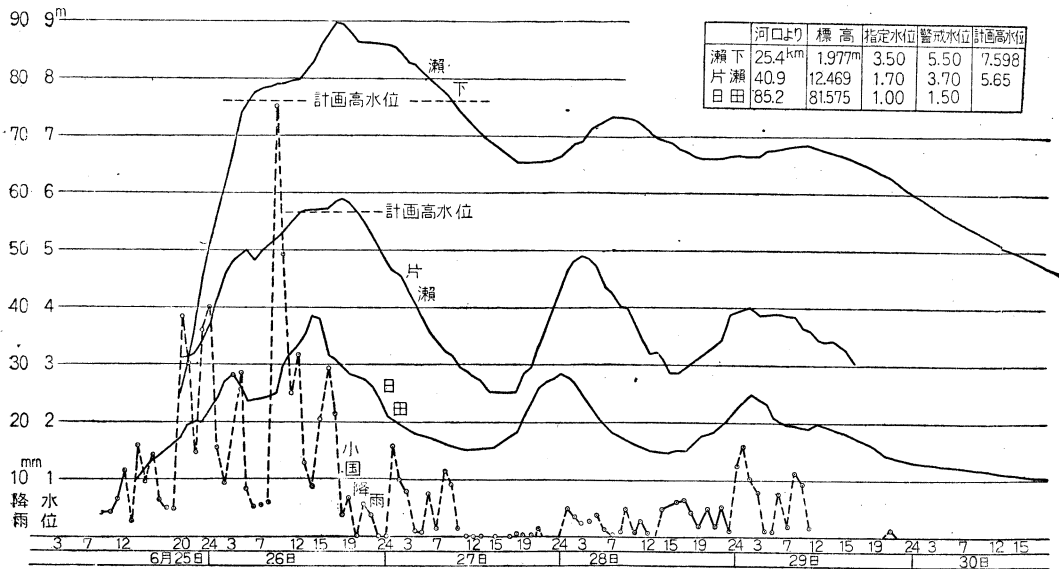


図 9 筑後川 洪水位

このことは筑後川だけでなく他の河川でもいわれている。例えば利根川については、初め明治33年の改修計画では計画洪水量 3,750m³/s, 第2回の改訂(明治43年)で 5,570m³/s, 第3回の改訂(昭和10年)10,000m³/s,

表 20 i 筑後川における今回の洪水水位の

場所別	日時	25日													
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
大山川水系															
黒淵津江取水口								6.20	6.20	6.45	6.85	7.85	7.70	9.20	
發電所	流域面積 275.78km ²							6.85	6.95	7.20	7.50	8.00	8.50	10.00	
小國取水口	227.46km ²							5.50	5.45	5.50	5.75	5.72	5.70	6.10	
女子畑大山取入口								6.40	6.47	6.50	7.10	7.60	7.70	8.30	
玖珠川水系															
女子畑玖珠川取入口								6.27	6.35	6.55	7.30	8.00	8.00	8.00	
湯山取入口	466.0m ²	5.50	5.85	6.30	6.65	6.75	6.95	7.10	7.20	7.40	7.65	8.30	8.45	8.50	
〃放水路									3.50	3.90	5.00	5.10	5.25	5.30	
地蔵原(取入口)	38km ²								5.80	6.20	6.60				
野上取入口	124.99km ²							5.50	5.70	5.90	6.00	6.10	6.10	7.50	
築の口取入口	52.4km ²														
筑後川水系															
日田市花月川丸山町		82.30	72.30	82.30	82.00	81.90	81.80				82.00	82.00	82.00	81.90	
日田市隈(山陽筋下)					1.00	1.20	1.30	1.42	1.50	1.64	1.70	1.92	2.00	2.20	
石井															
夜明發電所放水口	1,440km ²			40.00	40.30	40.50	41.30	41.70	42.70	43.00	43.40	44.00	44.50	44.60	
九電杷木測水所						3.00	3.30	3.40	3.50	3.80	4.10	4.60	4.90	5.70	
建設省杷木測水所															
長谷															
池田						時分 (16.40)	3.00	3.30	3.40	3.50	3.80	4.10	4.60	4.90	5.70
志波								(18.40)	3.00	3.17	3.73	4.17	4.58	5.02	5.54
山田川									3.00	3.48	3.97	4.32	4.85	5.60	
三片瀬												3.50	3.82	3.93	
塚島											3.12	3.23	3.42	3.80	
陣宮										(20.40)	3.94	4.58	5.10	5.66	
瀨下								2.40	2.50	3.50	4.10	4.60	5.40	5.70	
下田		1.76	1.77	1.80	1.86	1.95	2.06	2.23	2.47	2.80	4.02	4.55	5.15	5.70	
城島		1.56	1.50	1.48	1.48	1.52	1.60	1.74	2.30	2.81	3.02	3.18	3.32	3.66	
若津												2.80	2.90	3.00	
京町											(21.50)	3.65	3.76	4.50	(30) 4.84
														5.14	

第4回の改訂(昭和22年) 17,000m³/sと増大している。明治43年と昭和22年の洪水はほぼ似ているといわれるが洪水量は3倍になつており、この間に利根川の改修は著るしくすすんでいるのである。

(3) 水害発生の要因

a 概説

水害発生の機構は、洪水防禦の施設が今回の洪水の際に無力化された要因の分析からはじまらねばならぬ。

まず、計画洪水量を前回の大正10年の大洪水の結果 5,000m³/sとした経緯であるが、このことについての資料はここでは得られていない。今回の洪水流量がこれより90%余を増し 9,000m³/s余と推定されているが、この数字は前回の降雨からだけでは説明がつかかねる。この増加水量は何に原因しているかを明確にすることは今のところ困難なことである。しかし直接に洪水流量が増大し、計画洪水量をはるかに突破したことである。このため中下流の河川の水位が著るしく上昇して溢流、破堤したのである。

時間変化 (筑後川流域各地点水位表)

次ページへつづく

2 6 日																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9.00	8.00	8.00	7.90	8.00	8.00	7.50	7.40	7.90	10.30	11.10	10.50	10.80	9.50	9.00	9.00	10.80	9.50
10.50	9.50	8.50	8.30	8.65	8.35	8.00	9.00	11.00	12.00	12.50	12.00	10.00	9.00	8.50	8.00	8.50	9.00
6.15	6.10	5.95	5.10	6.00	5.95	5.80	5.75	5.87	6.10	7.00	7.00	6.66	6.40	6.20	6.50	6.60	6.35
9.20	9.30	8.60	8.10	8.10	8.05	7.85	7.75	7.85	9.50	10.30	10.30	10.20	10.00	9.70	8.90	7.20	9.00
8.30	8.50	8.30	7.70	7.70	7.60	7.80	7.60	8.40	9.00	9.00	10.00	9.80	9.60	9.40	9.20	9.00	8.90
9.00	9.40	8.70	8.50	8.70	8.95	9.30	9.30	9.80	10.20	11.40	11.30	11.30	11.00	9.50	—	—	9.85
5.40	5.80	6.00	5.80	5.50	5.25	5.00	4.70	5.40	6.40	—	—	—	—	—	—	—	—
—	7.50	6.70	6.30	6.30	6.30	6.30	6.10	6.10	7.00	8.20	8.00	8.20	8.00	7.60	7.50	7.00	6.50
7.50	7.00	6.50	6.20	6.30	6.30	6.00	6.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.00	7.10	6.60	6.20	6.20	6.30	6.20	6.10	—	8.00	8.00	8.00	8.20	7.50	7.30	—	—	—
81.90	82.00	82.00	82.30	82.30	82.50	83.00	83.30	84.00	84.50	84.50	84.50	84.20	84.00	83.50	83.00	82.50	82.00
2.40	2.70	2.80	2.60	2.35	2.37	2.38	2.42	2.50	3.00	3.20	3.30	3.50	3.85	3.80	3.15	3.10	2.95
46.00	46.00	47.30	47.00	46.00	45.50	45.70	46.00	46.30	47.00	49.00	50.10	—	50.20	—	—	—	—
—	—	—	—	4.30	4.50	4.00	4.30	4.50	5.00	5.50	6.00	6.30	6.50	7.16	6.90	6.70	6.40
6.00	6.80	7.20	7.20	6.90	6.65	6.30	7.00	7.20	7.40	7.80	8.20	8.40	8.30	8.20	7.95	7.30	7.00
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.00	6.80	7.20	7.20	6.90	6.65	6.30	7.00	7.20	7.40	7.80	8.20	8.40	8.30	8.20	7.95	7.30	7.00
5.14	6.03	6.20	6.20	5.95	5.55	5.55	5.70	5.85	6.00	6.20	6.50	量	水	標	流	失	—
5.75	5.83	5.97	6.19	5.90	5.55	5.50	5.48	5.51	5.85	6.15	6.45	6.75	7.50	7.50	7.10	6.85	6.55
4.50	4.95	量	水	標	流	失	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.20	4.60	4.80	4.90	5.00	4.80	5.00	5.10	5.20	5.30	5.45	5.65	5.70	5.70	5.70	5.72	5.84	5.87
6.08	6.48	6.75	7.10	7.42	7.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.20	6.60	7.05	7.45	8.10	8.25	8.50	8.80	8.90	9.00	9.05	8.85	8.80	8.65	8.60	8.55	8.50	8.50
6.32	6.98	7.55	7.70	7.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.63	6.05	6.60	7.40	7.56	7.75	7.83	7.85	7.93	7.94	7.95	7.96	8.14	8.30	8.57	8.78	8.95	8.92
4.01	4.47	4.95	5.43	5.83	6.03	6.23	6.43	6.57	6.07	6.61	6.61	6.62	6.72	6.86	7.01	7.08	7.11
3.23	3.50	3.85	4.32	4.73	5.00	5.26	5.43	5.62	5.75	5.62	5.60	5.52	5.68	5.80	5.91	6.12	6.15
—	0.90	0.90	1.50	1.80	2.36	2.84	3.00	3.03	2.86	2.55	2.36	2.34	2.38	2.43	2.51	2.57	2.62
—	5.90	6.54	7.00	7.40	7.68	7.76	7.86	7.92	7.90	—	—	—	8.20	8.40	—	8.88	9.00
5.70	6.26	6.80	7.24	7.56	7.71	7.83	7.09	7.90	7.88	7.90	7.96	8.14	8.70	8.57	8.76	8.97	8.89

これを、個別にみるとその因果関係は、ただ水位の上昇だけでは解決できない。

1ヶ所堤防が破壊されれば、その付近の他の部分は安全になる。しかし破壊した箇所では、その原因を水位の上昇だけに帰するわけにはいかない。その位置で何故堤防がきたかかが究明されねばならない。

また、河川の中にある農業用水の取水堰堤や橋の破壊についても、それぞれ原因の探究が必要である。

水害の発生原因は洪水の流水だけでなく、洪水時に流れる流木や、河床を転動する岩石の影響、あるいは洪水の流れをさえぎる橋脚や堰あるいは護岸その他河川中にある施設が考えられる。例えば、橋脚に洪水がかさ上げされ橋の上流部が破堤した例は、従前極めて多い例である。これに流木が加わると鉄橋までも破壊していることすらある。また、逆に橋が早期に流失したために橋の附近から破堤するのをまぬかれることもあり得る。

このように橋と堤防との間の強度の均衡が問題になるような場合も考えられる。

今回の水害で特に問題とされている個別の水害の現象は次の如くである。

前ページよりのつづき

筑後川における今回の洪水水位の

場所別	日 時												
	(26日)												
	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7
大山川水系													
黒湖津江取水口	8.50	8.30	7.80	7.50	7.50	7.30	7.30	7.20	7.90	7.90	6.70	6.70	6.70
黒湖枝立	9.20	9.00	8.80	8.60	8.40	8.20	8.00	8.00	7.80	7.60	7.50	7.30	7.10
流域面積 275.78km ²													
小國取水口	6.20	6.30	6.15	6.18	6.14	6.09	5.96	5.87	5.84	5.80	5.75	5.71	5.69
女子畑大山取入口	8.80	8.50	8.00	7.80	7.70	7.60	7.50	7.45	7.35	7.20	7.10	6.80	6.70
玖珠川水系													
女子畑玖珠川取入口	9.25	9.40	8.20	8.00	7.80	7.60	7.40	7.20	7.00	6.65	6.40	6.00	6.00
湯山取入口	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.80
湯山放水路	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
地蔵原(取入口)	6.30	6.00	5.80	5.60	5.40	5.70	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.40	5.40
野上取入口	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
筥の口取入口	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
筑後川水系													
日田市花月川丸山町	81.80	81.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
日田市隈(山陽館下)	2.85	2.80	2.75	2.63	2.42	2.20	2.00	1.95	1.85	1.80	1.78	1.72	1.68
石井	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
夜明発電所放水口	—	—	—	—	—	44.30	—	—	—	43.30	—	—	43.00
九電杷木測水所	6.00	5.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
建設省杷木測水所	7.00	6.90	6.40	6.50	6.20	6.15	6.10	5.90	5.75	5.70	5.50	5.40	5.00
長谷	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
池田	7.00	6.90	6.40	6.50	6.20	6.15	6.10	5.80	5.75	5.70	5.50	5.40	5.00
志波	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
山田川瀨	6.15	5.70	5.30	4.90	4.70	4.50	4.45	4.30	4.25	4.20	4.10	4.00	3.90
三片瀨	5.84	5.65	5.50	5.25	5.00	4.75	4.63	4.53	4.23	4.05	3.80	3.55	3.40
塚島	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
陣宮瀨	8.40	8.25	8.10	8.00	7.60	7.48	7.38	7.10	6.95	6.75	6.50	6.30	6.00
瀨下	8.80	8.62	8.62	8.63	8.60	8.59	—	—	—	—	—	—	8.10
下田	7.13	7.04	7.02	7.02	7.00	6.98	7.01	7.01	6.99	6.95	6.85	6.94	6.63
城島	6.12	6.00	6.10	6.08	6.00	5.97	5.94	5.39	5.90	5.87	5.80	5.72	5.60
若津	2.80	3.07	3.34	3.33	3.15	2.88	2.90	2.67	2.88	2.67	2.50	2.65	2.75
京町	8.67	8.61	8.62	8.62	8.61	—	—	8.50	8.40	8.30	8.17	8.03	7.90
	8.63	8.62	8.62	8.63	8.59	8.57	8.54	8.45	8.34	8.22	8.10	7.96	7.86

- (i) 200~300年に及ぶ古い歴史のある農業用の取入堰、大石堰、恵利堰等が破壊されていること。
- (ii) 筑後川等には水害防備林がある。その防備林は箇所がおもで場所によっては竹林がある。堤防の破壊箇所はこの水害防備林のない所である。
- (iii) 橋梁の破壊が目立っていること。
- (iv) 洪水激化の原因として、狭さく部に建設中の発電用の夜明ダムの破壊が主張され、電力会社と地元農民が対立していることで、これに対して一般に十分納得しうる結論が得られていないように見える。

今これらの状況についてみよう。

b 発電施設

筑後川水系の発電施設は表21のように、19ヶ所で常時3.9万KW、最大8.9万KWである。この流域の発電施設は貯水池式のものではなく、大部分は老朽であり、また、小規模なものが少ない。1万KWをこえるものは

時間変化 (筑後川流域各地点水位表)

2 7 日																
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6.70	6.70	6.60	6.60	6.30	6.30	6.30	7.00	7.15	7.20	7.20	7.20	7.30	7.50	7.60	8.80	8.40
7.00	6.90	7.00	7.30	7.70	8.00	8.60	9.00	8.60	8.60	8.70	8.60	8.80	8.90	8.90	8.90	8.70
5.68	5.60	5.68	5.75	5.73	5.82	6.01	6.22	6.22	6.22	6.14	6.05	5.90	5.87	5.86	5.88	5.93
6.60	6.55	6.50	6.45	6.50	6.60	6.70	7.00	7.60	7.70	7.40	7.50	7.50	7.50	8.00	8.40	8.50
6.10	6.10	6.20	6.20	6.50	6.50	6.50	6.30	6.40	6.50	7.50	8.50	9.00	9.30	9.30	9.00	8.80
7.80	7.50	7.65	7.65	7.70	7.70	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.30	—	—	—	—	—
5.40	5.40	5.60	5.80	5.90	6.00	6.00	5.80	5.60	5.90	6.20	5.90	5.70	5.60	5.50	5.50	5.50
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.60	1.58	1.52	1.50	1.52	1.53	1.54	1.55	1.66	1.72	1.83	2.15	2.30	2.60	2.70	2.75	2.82
—	—	—	—	—	—	—	—	—	43.30	43.70	—	—	45.00	47.00	47.40	47.00
4.60	4.40	4.10	3.90	3.60	3.50	4.00	3.80	4.10	4.30	4.60	4.80	4.90	6.00	6.60	6.90	6.50
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.60	4.40	4.10	3.90	3.60	3.50	4.00	3.80	4.10	4.60	4.80	4.90	6.00	6.00	6.60	6.90	6.50
3.87	3.85	3.83	3.80	3.72	3.70	3.6	3.63	3.60	3.57	3.55	3.50	3.50	3.50	3.60	3.70	3.80
3.20	3.15	2.93	2.90	2.75	2.70	2.55	2.52	2.50	2.52	2.52	2.85	2.95	3.31	3.68	3.93	4.24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.95	5.85	5.75	5.60	5.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.00	—	—	—	7.27	7.15	7.02	6.72	6.82	6.73	6.65	6.60	6.60	6.60	6.62	6.67	6.71
—	—	—	6.23	—	—	—	(15.20)	5.94	(6.50) 5.78	5.76	5.74	5.74	5.75	5.76	5.77	5.18
5.51	5.52	5.48	5.36	5.14	5.12	5.07	5.01	4.96	4.91	4.84	4.81	4.90	4.96	4.92	4.94	4.90
3.10	3.32	3.30	2.93	2.61	2.40	2.38	2.36	2.36	2.34	2.32	(19.30) 2.46	2.70	3.08	3.30	3.29	2.98
7.75	7.63	7.55	7.32	7.22	7.08	6.94	6.81	6.76	6.67	6.8	6.53	6.52	6.52	6.55	6.58	6.64
7.71	7.57	7.40	7.28	7.15	7.01	6.91	6.81	6.72	6.63	6.54	6.52	6.52	6.53	6.56	6.60	6.66
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.71

1ヶ所である。

従つて、他の水系でよくある洪水の激化を招来するような問題は、その上流では現在は問題になつていない。現在最も問題の中心となつて居るのは、工事がほとんど完成した時に被害を受け、また下流の洪水の激化について問題を投げかけた夜明ダムである。これについての問題はここでは、そのダムの概要と洪水時の状況を述べることにする。発電所の位置は、大分、福岡両県の屈曲部で図10および図11の如くである。使用水量最大 80m³/s、常時 28m³/s、有効落差常時 19.465m、発電力最大 12,000KW、常時 4,300KW、常時尖頭 11,500KW、年間 66,300,000KWHの規模である。

調整池の位置で流域面積1,440km²、計画洪水量7,000m³/s、総貯水量4,050,000m³、堰堤高14.85m、利用水深1.00m、湛水面積25.3ha、堰堤コンクリート20,600m³、堰堤門扉ローラー・ゲート11.00m×15.00m、約1,000m³/s (1門)、工事費15.5億円である。

表 20 ii 筑後川における今回の洪水水位の

日時 場所	28日														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	12	13	14	
隈 長池把志山三片塚陣宮瀬下城若京	谷田	2.80	2.70	2.50	2.30	2.10	1.98	1.82	1.75	1.68	1.63	1.58	1.50	1.47	1.48
	木波	6.30	6.10	5.80	5.00	4.90	4.80	4.60	4.40	4.20	4.10	3.70	3.50	3.40	3.70
田川	瀬島屋	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	瀨下田島	3.85	3.90	3.95	3.85	3.85	3.80	3.70	3.65	3.60	3.55	3.53	3.50	3.40	3.40
津	下田島	4.65	4.89	4.87	4.84	4.70	4.32	4.25	4.00	3.96	3.65	3.40	3.20	3.20	3.05
	島	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
京	津	6.75	6.85	6.96	7.12	7.20	7.27	7.33	7.35	7.29	7.25	7.17	7.05	6.96	6.90
	町	5.72	5.73	5.75	5.76	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	6.01	5.99
町	下田島	4.92	4.93	4.94	4.92	5.08	5.18	5.19	5.25	5.28	5.29	5.27	5.20	5.10	5.07
	津	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
町	津	2.48	2.40	2.37	2.38	2.44	2.44	2.50	2.78	2.28	3.40	3.23	2.85	2.53	2.42
	町	—	6.80	6.91	7.00	7.12	7.22	7.30	7.33	7.31	7.25	7.20	7.10	7.00	6.93
町	6.75	6.85	6.96	7.08	7.20	7.27	7.33	7.33	7.29	7.25	7.17	7.05	0.96	6.90	

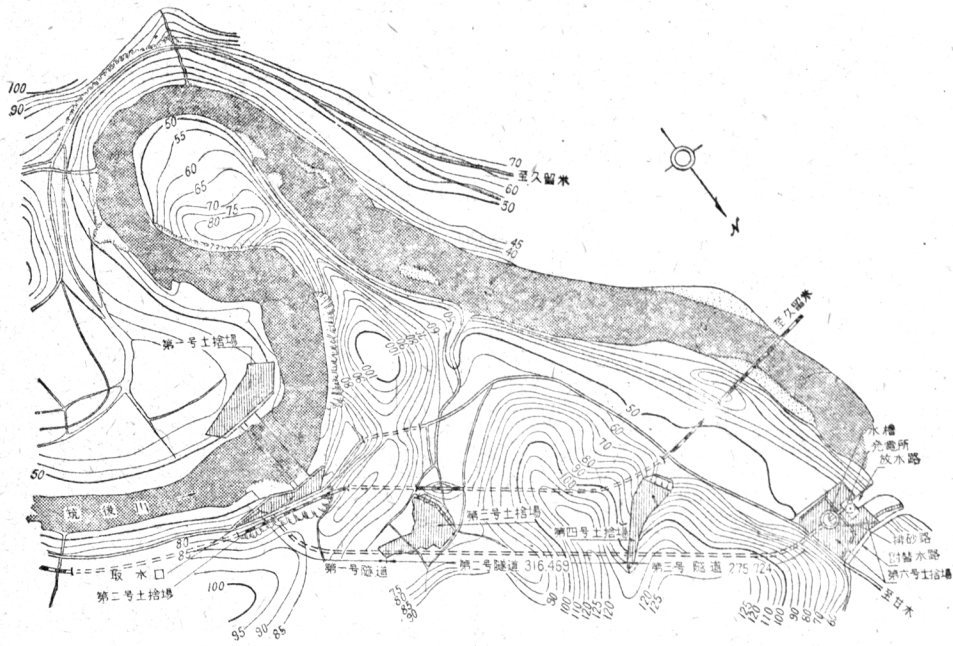


図 10 夜間発電所水路一般平面図 (大分県日田郡夜明村字関)

また発電所の位置は、一般平面図の如く、貯水池の下流 300m の位置で、河中に突出している。(図1参照)
 この水害時に、問題となつている堰堤ゲートの状況は九州電力の資料によると次の如くである。ゲートは左岸より3, 4, 5 番のみが完成し捲上機が取付けられていた。6 番は扉体がほとんど完成していたが、上不能の状態にあつた。7 番は渡橋、捲上機共未着手で捲上不能、2 番は下段部横桁両端の取付を開始したばかり、1, 8 番は未着手であつた。6月25日の開放状況はNo.1ゲート無く全開放、No.2ゲート下段部桁取付中、下端開放3m巾15m構材取付けによる通水阻害面積 17.4m²、No.3, 4ゲート下端開放3m、No.5~7ゲート下端開放1m、No.8ゲート無く全部開放。

時間変化 (筑後川流域各地点水位表)

15	6	17	18	19	20	2	22	23	24	零 点 高	指 定 水 位	計 画 高 水 位
1.49	1.52	1.50	1.62	1.75	1.80	1.86	1.93	2.10	2.23	81.515	1.00	—
3.80	4.20	4.30	4.50	4.60	4.60	4.55	4.60	4.70	4.90	33.256	3.00	8.335
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.8	3.00	—
3.50	3.60	3.55	3.50	3.40	3.35	3.30	3.25	3.20	3.30	22.403	3.00	—
2.85	2.85	3.95	3.02	3.15	3.25	3.35	3.45	3.87	3.95	12.469	1.70	5.65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.572	3.50	8.025
—	—	—	—	—	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	5.700	4.00	8.70
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.85	6.76	6.70	6.64	6.61	6.60	6.60	6.60	6.62	6.64	1.977	3.50	7.598
5.95	5.91	5.85	5.78	5.72	5.69	5.68	5.69	5.71	5.72	-0.071	4.00	6.36
5.04	4.97	4.94	4.90	4.86	4.83	4.84	4.90	4.93	4.93	0.00	—	—
—	—	—	—	—	—	2.40	—	—	—	—	—	—
2.40	2.42	2.42	2.42	2.40	3.39	2.48	—	—	—	0.00	—	—
6.87	6.81	6.73	6.60	6.62	6.60	6.60	6.61	6.64	—	—	—	—
6.85	6.76	6.70	6.64	6.61	6.60	6.60	6.62	6.64	6.65	—	—	—

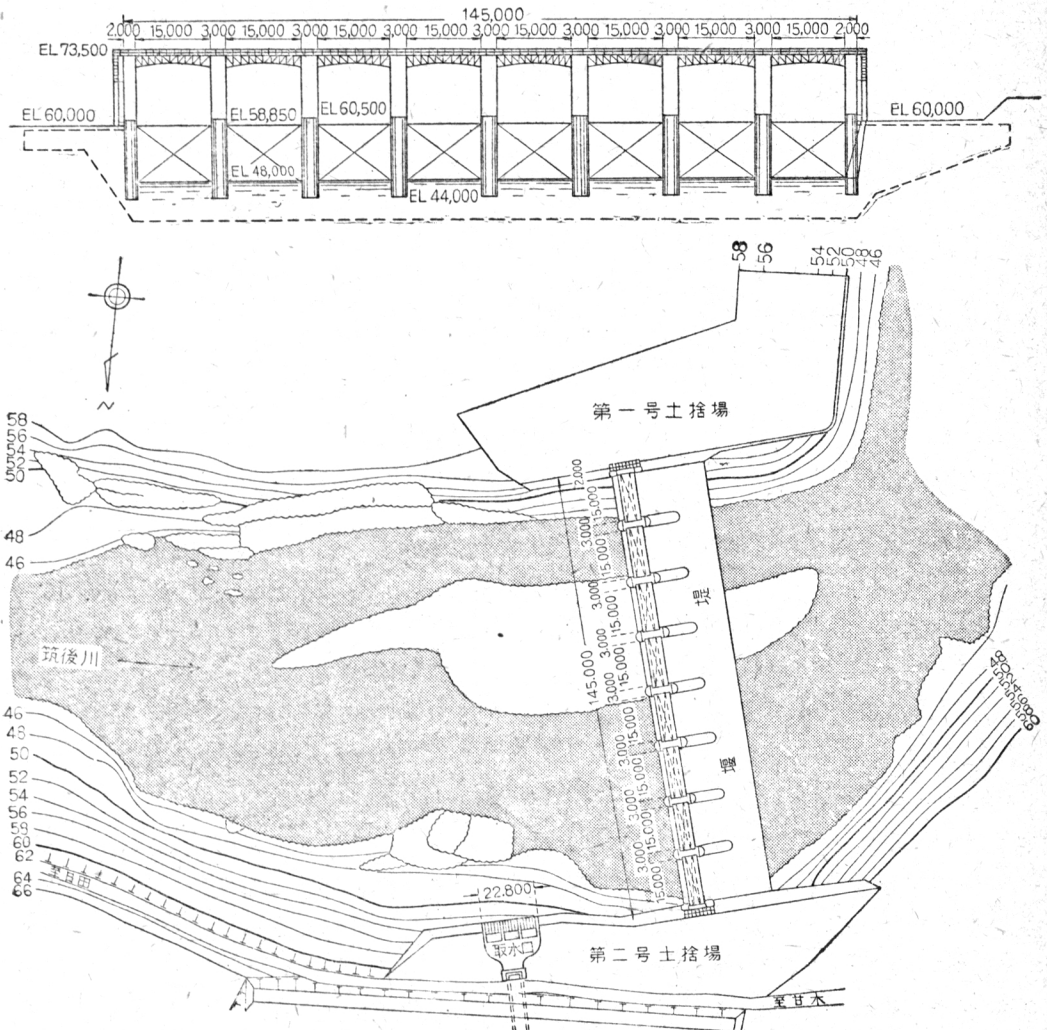


図 11 夜明ダム正面図および付近平面図

表 21 筑後川, 白川の水力

I 筑後川水系

県名	河川名	取 入 口	放 水 口	發 電 所	使用水量 m ³ /日	
					最大	常時
福岡	柳野川	浮羽姫治村大字田籠, 字平	浮羽姫治村大字 川字橋詰	橋詰	0.42	0.28
"	"	" " 新川, 本村	" " 下妙見	栗木野	0.75	0.47
"	"	" " " 下妙見	" " 小塩	小塩	0.84	0.84
"	佐田川	胡倉郡高木村佐田	同 左	佐田	0.20	0.20
大分	鳴子川	玖珠郡飯田村田野字釜の口	玖珠郡南山田村大字町田字責ノ釣	町田第一	3.61	2.36
"	玖珠川	" 飯田村大字田野字風穴	" " " "	町田第二	3.61	2.36
"	玖珠川外1	" 北山田大字戸畑字名倉野山, 後野上, 大柄木	日田郡中川村大字湯山上湯瀬	湯山	12.50	6.95
"	"	" 南山田, 町田, 責ノ釣	玖珠郡野上村野上本村	野上	4.45	2.86
"	玖珠川大山川外1	日田郡中川, 櫻井, 築釣大山, 東大山, 池ノ釣	日田郡中川, 女子畑, 横山	女子畑	49.60	18.10
"	玖珠川	" 中川, 女子畑, 横山	" 三芳, 日高, 牧原	三芳	47.30	15.80
"	三隈川	日田, 五和, 石井, 池瀬	" 五和, 石井, 津辻	石井	10.00	5.56
"	"	"	"	關	—	—
"	大山川外1	" 五馬, 出口, 井川	" 大山, 東大山, 池ノ釣	大山	27.60	10.70
"	上野田外2	" 上津江, 大河原, フラベラ	" 上津江, 中津江, 枳野	津江	7.00	2.39
"	野上川外4	玖珠, 野上, 石田, 丸田	玖珠, 南山田, 引治釣	石田	5.57	5.57
熊本	杖立川	阿蘇, 北小國, 宮ノ原, 下ノ城, 西里	阿蘇, 小國, 下ノ城, 築瀬	小國	8.21	1.47
"	"	" " 下ノ城, 下築瀬	" " " 小畑	杖立	11.10	3.34
"	杖立川	" 下ノ城, 杖立	" " 黒淵, 芋生野	黒淵	17.20	8.06
"	津江川	" 黒淵, 長瀬	" " " "	"	"	"
佐賀	城原川外1	神崎, 背振, 広瀬, 井ノ上	神崎, 背振, 広瀬, 横井手	広瀬第一	1.25	0.56
"	城原川	" (小松原)	" 仁比山, 城原, 大瀬	" 第二	1.95	0.67
"	永田川	"	東背振, 松隈, 坂上	松隈	0.28	—

II 白川水系

熊本	白川	阿蘇, 長陽, 河湯, 中塚	阿蘇, 長陽, 河湯, 嘉勢	第一	5.56	3.75
"	"	久木野, 河隘, 湯田	" 久木野, 河隘, 河鶴	第二	6.95	4.17
"	"	" " 河湯	" 錦野, 外牧, 下畑	白川	6.95	4.17
"	黒川	" 矛水, 車歸	菊地, 瀬田, 立野, 古村	黒川第一	8.35	5.72
"	黒川	菊地, 瀬田, 立野 吉本村	" " " 法立	" 第二	11.13	8.34
"	黒川	" " " 法立	" " 瀬田, 上砂蓋	" 第三	13.90	10.60
"	内大臣川	上益城, 白糸, 目丸, 三宝	上益城, 白糸, 目丸, 七曲	内大臣川	1.39	1.39
"	七瀧川	" 中島, 島木, 下鶴	" 中島, 島木, 鶴山	七瀧川第一	1.53	0.75
"	七瀧川	" 七瀧, (瀧尾)	" 瀧尾, 前田	" 第二	3.47	2.09

25日15時より13時の間、溢流1.5mを超えるに至ったのでNo.5ゲート開度1mを3mとした。20時~22時50分の間、溢流水深3mを超えるを認めたのでN.5, 4, 3の順に3m引上げて開度No.3--6m, No.4--5.5m, No.6--6mにしようとしたが、23時15分堰堤直下の工事用吊橋が流失して左右岸の連絡不能となる。また21時40分より停電時々。23時の溢流水深6.30m。左岸のアバットメント上流取付護岸の高さは最低部52.0mで背後の地

発 電 所

落差 (m)	理論水力		發 電 力		流域 面積 (km ²)	水路 全長 (m)	事 業 者	貯 水 池 調整池 (m ²)	水 力 許 可 年 月 日	發 電 開 始 年 月 日
	最大	常時	最大	常時						
49.6	202	135	148	100	22	1,962	九州電力		大 8. 7.11	大 8.10.
12.7	93	58	64	40	15	448	"		" 8. 9.	" 8.10
64.2	525	525	378	252	39	3,532	"		明 45. 7.24	大 3. 7.12
14.1	—	—	20	2	10	205	"		—	休 止 中
157.0	2,017	1,318	1,574	1,295	91	5,118	"	調 1,670,000	" 42. 7.19	大 11. 1. 7
218.2	7,719	5,047	6,000	4,940	91	2,763	"		大 9. 9.11	" 11. 1. 7
87.0	10,658	5,954	8,300	4,600	466	5,607	"		明 39. 2.20	大 10. 4.
43.0	1,875	1,208	1,400	900	114	2,763	"		大 7.11. 1	" 9. 5.
71.2	34,609	12,630	26,750	9,750	989	21,382	"	調 186,000 214,000	明 39.52.25	明 43.12.31
12.2	5,655	1,889	4,600	1,400	989	2,384	"		昭 4. 5.15	昭 12. 7.21
13.6	1,333	741	1,000	560	—	2,345	"		明 32.10.3	明 40. 8.
—	—	—	10,000	4,160	—	—	"		" 44. 4.	—
27.1	7,320	2,920	6,100	2,360	508	4,100	"		昭 19. 2.10	昭 23. 8.30
46.6	3,196	1,108	2,600	800	154	4,858	"	" 60,000	" 24.12.17	" 26. 8.
34.5	1,884	1,884	1,450	1,450	178	2,016	"		大 7.11.11	大 9. 5.
93.9	7,553	1,993	6,000	1,510	162	6,730	"	9,604	" 11.11.30	昭 2. 4.
36.4	3,960	1,191	3,200	960	280	2,390	"		" 11.11.20	" 3. 2.29
51.0	8,600	4,030	7,000	3,275	595	7,730	"		" 11.11.20	" 4.12.29
16.7	2,042	910	1,500	666	29	2,722	"		明 36. 6.	明 41.10.
64.1	1,225	388	1,000	286	44	1,438	"		昭 2. 6.18	昭 6.12.3
16.1	—	—	36	36	—	—	"		" 10. 5.13	—

20.0	1,090	816	820	554	127	1,118	九州電力		大 3.11.27	—
22.4	1,526	915	1,150	690	142	2,087	"		" 13.11.27	—
118.5	8, 71	4,843	6,400	—	156	3,197	新日本窒素		" 1. 0. 3	大 3.11.21
244.0	19,981	13,399	15,000	10,000	184	3,596	九州電力	調 3,820	明 42. 2.28	" 3. 3. 3
22.9	2,489	1,863	1,800	900	371	1,375	"		大 2. 6.17	" 7.11.21
20.2	2,738	2,088	2,000	1,500	531	1,033	"		" 9. 1.23	" 11. 3. 9
233.1	3,175	3,175	1,450	2,450	39	2,930	新日本窒素		" 4. 7. 6	" 5.12.10
121.1	1,817	890	1,380	680	36	1,796	"		昭 4. 1.14	昭 13. 3.
102.2	3,495	2,090	2,650	1,600	102	2,893	"		" 4. 1.14	" 13. 3.

盤はアバットメント施行の際法面を切取られた形で、25日21時頃より溢流水はアバットメント背後を洗掘し、26日3時頃には著るしく侵蝕され、その後も26日12時頃まで洗掘が続行した。右岸はアバットメントの上流取付護岸の最低部が52.5m だつたのと、右岸県道とアバットメントとの間は法尻の低地だつたので、水は同じく25日21時頃より横溢しはじめ、24時頃には県道の侵蝕著るしくすすみ、26日12時まで直下流に欠損が及んだ。

その破損の状況は図12の如くである。

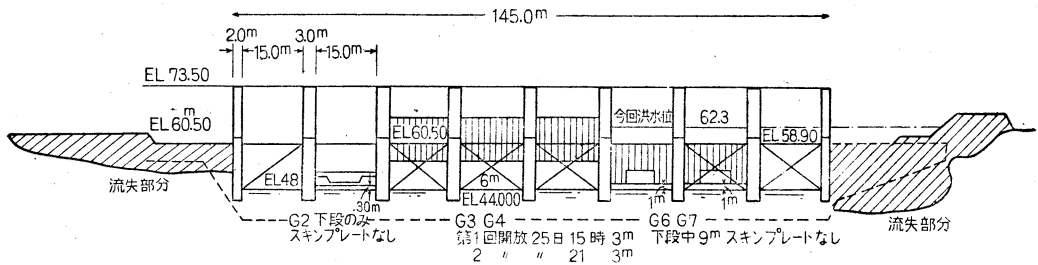


図 12 夜明ダムの破損状況略図

ここで、このようなゲートの状態において計画洪水量7,000m³/sの何割かの通水能力の場合に、それをはるかに超える洪水量に際して、上流、下流へどのように影響したかは重要な問題である。水害直後には多くの人は夜明ダムの影響を大いに認めていたことは新聞にも発表されたことであつた。

しかし、関係各県によつて組織されたその調査の報告によると、その影響は水害を激化していないように報告されている。今この全文をかかげると次の如くである。

水害に関する夜明ダム調査結果報告書

昭和28年11月4日

調査委員

九州大学工学部長	原	田	恭	介
” 教授	田	町	正	譽
” 教授	田	中	吉	郎
” 教授	松	尾	春	雄
” 教授	水	野	高	明
” 教授	篠	原	謹	爾
福岡管区气象台長	倉	石	六	郎
大分測候所長	早	水	逸	雲
建設省九州地方建設局長	伊	藤		剛
” 筑後川工事々務所長	田	中	寛	二

本報告書は、昭和28年6月26日の水害に関し、大分県日田郡夜明村および福岡県浮羽郡浮羽町にまたがり九州電力株式会社が建設中の夜明ダムの及ぼした影響を調査するため、福岡、大分両県知事から委嘱された前記の委員により成立した本調査委員会が、資料の蒐集、洪水痕跡の調査測量、現地の状況調査ならびにそれらにもとづいた水理計算を行い、8月3日以来計8回の委員会を開いて検討した結果の報告である。

本 文

1 降雨状況

筑後川の近世における洪水の記録をみれば洪水の大部分は、梅雨期の豪雨に起因しており、本年6月下旬、筑後川上流域に降つた雨量は1,000mmをこえ、該地方の平均年降雨量の大半が4、5日の間に降つた有様であり、過去の記録と比較しても、全くその例をみないほどの豪雨であつた。

2 最大流量

6月26日の夜明ダム付近の最大流量は、雨量および洪水痕跡から計算したものを総合検討した結果、毎秒9,000

乃至 $10,000\text{m}^3/\text{s}$ と推定される。これは夜明ダム着工にあたって想定された計画高水量 $7,000\text{m}^3/\text{s}$ に比して著るしく大きい。また、降雨状況から推定される過去の洪水量に比しても、著るしく大きいものと推定される。

3 ダムの影響

(1) ダムの上流

ダムがないとした場合の、ダム付近の今回の洪水による最高水位は、過去の水位、流量記録および今回の洪跡等を総合し、標高 54.4m から 59.5m の間にあるものと推定される。この高さを起点として、上流の水位計算を行い、これを洪水痕跡と比較すれば、ダム地点より上流、少くとも 20km の地点までは、背水により水位が上昇したこととなる。さらに、ダム地点より 2.0 乃至 4.5m の間では、あるいは水位上昇があつたかもしれない。以上の水位上昇は、ダムの存在、門扉不完全開放および両岸流失の影響と認められる。それより上流地点に対しては、これらの原因による水位上昇があつたとは考えられない。

(2) ダムの付近および下流

ダム右岸の流失は、25日夜半、流量が計画高水量以下において起り、翌朝10時前後までに大部分終了したものと認定される。左岸の流失は、26日早朝より始まつて徐々に進行し、その最盛時前後、相当に流失の速度を増加したものと認定される。この流失は、ダム両岸工事未完成および門扉不完全開放の影響であると認められる。

この流失によつて生じたダム地点の通水断面の変化状況より推算した結果を基として判定すれば、両岸流失が下流の流量に及ぼす影響はほとんど認められない。しかしながら水理学の通念によれば、ダム自体、門扉不完全開放および両岸流失による下流の流勢の変化は認められるところであつて、その影響は、ダム付近両岸および下流屈曲部の災害を助長したが、下流久大線鉄橋付近においてはほとんど消滅したものとみられる。

4 発電所の影響

発電所の放水路ならびに付属構造物施設の突出部は、その付近上下流の災害に対して影響があつたものと認められる。しかし河川工学の通念から判断するとその影響は大石水道入口に達する以前にほぼ消滅したものと考えられる。ただしこの事実を理論的に証明することは困難である。

5 流木の影響

流木による被害はダムの存在によつて特に増加したものは認めがたい。

6 総 括

昭和28年6月26日筑後川沿岸に起つた水害の主要な原因は、本流域特にその上流部の降雨量が観測開始以来未曾有のものであり、従つて洪水量が異常に大きかつたことで、調査の結果、夜明ダムの計画洪水量毎秒 $7,000\text{m}^3$ を超過すること $2,000$ 乃至 $3,000\text{m}^3$ であつた。

不幸にして、夜明ダムは工事未完成で、かつ門扉の開放が不完全であつたために、洪水の疏通を害し、上流少くとも 2km の間に、不測の浸水などの害を及ぼし、ダムの両岸に流失の損害を与えた。水理計算の結果、この両岸の流失は、特に下流の流量に大なる影響を及ぼさなかつたであろうと推定されるが、これは全く偶然であつて、工事施行の面に欠陥があつたことを否定する理由にはならない。

門扉不完全開放、両岸流失の影響は下流屈曲部の災害を助長したことを認めるが、久大線鉄橋付近で消滅したものと考えられる。

発電所の突出部は、その付近上下流の災害に影響があつたけれども、その影響は大石水道入口に達するまでにはほぼ消滅したものと考えられる。ただしこの事実を理論的に証明することは困難である。

— 以上の外にこれに対する説明書が約2ページついているが省略する —

c 河川にある構造物の破壊

橋梁や堰の破壊は多い。しかし、その破壊の原因はほとんど究明されていない。ここではただ問題としてこれを指てきすにとどまる。

まず橋梁の破壊は、洪水の直接の力と、他は流木である。流木は山地で用材に伐木され河岸に貯木されたものも少なくない。しかしこの他、家屋や上流で流失した橋梁等が流下したものもある。流木は、この川の上流には小国や日田のような有名な林業地があり古くはこれらの林業地からの流送が多かつたが、最近ではトラックや貨車輸送にかわり流木は少なくなっている。今回の場合は河岸のものが洪水に流されたものである。特に、問題は夜明ダムによつて一時止められた流木が、両そでの破壊と同時に一時に流下したことである（夜明ダム調査報告にはあまり問題にしていな）。また橋の存在が、堤防の破壊の原因となることもある。特に流木によつて堰き上げられて水位が上昇した場合も少なくない。これと共に橋梁の老朽化による破壊がある。木橋の年限は15~20年程度であろうから古い木橋は弱くなり破壊されやすいのは当然である。

農業用の取り入れ堰の破壊については、橋と同様に考えられる。大石堰の場合には、上流の夜明ダムや発電所による洪水の激化が問題にされている。また一方300年を経た古い堰で最近その修理の時期に達していたともいわれているが、ここでその検討を行い得る資料は十分にもちあわせがない。恵利堰についても同様である。堰が破壊の原因になつたか否かの判定はむづかしい。恵利堰ではその対岸と堰をめぐり洪水について対立がある。これは古くからのことであるが、堰の高さについては極めて鋭く対立し修理に際しても嚴重に監視されている。今回も、これが問題になつているが、堰の対岸の破堤が、久留米市までに影響しているので問題は重大である。ここでも楠の水害防備林が洪水敷に植えてあるが、これを伐採したあたりが破堤していることは注目に値する。水害防備林は旧藩時代に植えられて、その時代には重要なものであつたと思われる。しかし最近の改修工事の後は河川技術者にも地元にも忘れられがちであり、その効力を知る人すらまれである。むしろ、堤防近くに木を植えることは台風時に根を動かし地盤をゆるめるので危険であるようにいわれているので、植林は禁止されている状態にある。しかし、耕地の流失や埋没からまもる方法として洪水の水勢や洪水によつて運ばれる土砂を防ぐには水害防備林の持つ価値は高く評価されるべきで、ここで再び検討研究する機会が必要である。

d 流域の変化

筑後川の中下流の平地では農業の生産力は増大している。これと共に工業は発達して人口は著るしく増大している。このことは、洪水の氾濫によつて受ける被害対象が増大したことを意味している。これは同時に道路、橋梁等の公共施設の増大をも意味している。これらについてはここで数字的にとらえ得る資料は得ていない。

一方上流部では水害を激化する要素である山地の荒廃、あるいは無立木裸地の増大等の現象はみられない。山地で山頂は広い牧野であるが山腹は杉の人工林であり十分管理が行きとどいている。しかも林地は牧野の造林により多少増大の傾向すらあるといわれる。

ここで、河状の変化であるが、上流山地にある盆地では、河川は部分的に改修が次第に行われていつている。河岸は広げられ、従来河岸は竹や雑木林あるいは杉などの樹木を切つて石積の護岸をつくられた部分は少ない。これが山間盆地の湛水を減少させるための工事として行われていつたものであろうが、下流に対しては洪水の流下を早める原因の一つになつている。

また、中下流部では設堤の口を塞ぎ長く続いた堤防におきかえて、遊水能力を減少させている。このことは中下流の平地で不安定な耕地が安定化して生産が高まつている。

最も生産力の高い下流の干拓地では、長期湛水して被害を受けた所が少なくない。ここでは耕地は泥土の沈殿

のため生産力は翌年以降では高まるかも知れない。この下流の干拓は300余年前からすすめられているので、古い時代に比べて海岸線は延長され、川の長さものびている。

流域も河状も全体としてこのように次第に変化している。しかし、川の重要な部分は30年前にこの変化に対応するものとして改修が計画されてはいないはずである。

(4) 総 括

水害は個別にみれば、例えば筑後川の流域については著しい差がある。この水害の個別の発生の要因をきわめることは重要な課題である。

しかし、一方これを概括的にみると、水害をこのように大きいものにした原因は従前に予想した洪水量（筑後川の計画洪水量 $5,000\text{m}^3/\text{s}$ ）をはるかに上廻る洪水量（約 $9,000\text{m}^3/\text{s}$ ）が出ていることである。

前にも述べたように、その原因を雨だけに帰することはできないように見える。これは筑後川で従前計画洪水量を決定した時（大正10年）、から以降32ヶ年間に流域の状況特に中下流部の河川の改修がすすみ、河状は全く変化し、夜明ダムの如き施設もできてきていることである。これは、自然現象としての雨と流出だけでは解決し得ない大きい問題である。若し同じ雨の降り方で流出が増加したとすれば、この増加量だけが水害の危険度を増大していることになる。それだけでなく、水害を受ける側でも、その受ける量が増大している。

この洪水の増加量が理論的にも実証的にも成立するならば（今は仮定ではあるが）、その要因を明らかにすることが大きい問題である。若しこれが明らかになれば今までの方式で流域の洪水防禦が続けられる限り、いつまでも水害の危険が軽減されることはないように見える。そしてその要因分析は、農業土木の関係者だけでなく、河川、山林その他災害に関係ある科学者、技術者の協同によつてのみ十分な成果が期待し得ることであろう。

また、個別にこれを見るとき上中流における耕地や用水取入堰の被害、下流の泄水による農業被害等その被害発生の要因を河との関連で追求することも、大きい課題であろう。

—引用または参考にした資料—

- | | |
|---|---------------|
| 1. 昭和28年6, 7月西日本, 南近畿水害対策記録 | 臨時災害対策本部編 |
| 2. 昭和28年発生災害に関する資料 昭和28年10月29日 | 農林大臣官房総務課編 |
| 3. 福岡県の気候 昭和26年9月 | 福岡管区気象台技術部調査課 |
| 4. 福岡県災異誌 i 昭和11年 ii 昭和26年9月 | 福岡管区気象台 |
| 5. 佐賀県災異誌 i, ii 昭和27年3月 | 佐賀測候所 |
| 6. 熊本県災異誌 昭和27年10月 | 熊本測候所 |
| 7. 重要河川各年最大流量 昭和25年6月 | 資源調査会事務局 |
| 8. 水害資料の解説 i 昭和26年9月 ii 昭和27年3月 | 同 上 |
| 9. 直轄工事年報 昭和13~17年 | 内務省土木局 |
| 10. 水害に関する夜明ダム調査報告書 昭和28年11月4日 | |
| 11. 夜明堰堤ゲートの操作状況について（昭和28年6月25~26日における）九州電力株式会社 | |
| 12. 「北九州等の洪水に関する研究」経過報告 | 総合研究代表者 安芸皎一 |
| 13. 関係各県の水害資料 | |
| 14. 建設省九州地方建設局の資料 | |
| 15. 農林水産統計月報 17~22 | |
| 16. そ の 他 | |

筑後川上流小国地方の出水について

目 次	
I 緒 言	3 流域の保留能力
II 流 域	4 洪水到達時期
III 雨量, 流量の観測および結果の整理	5 降雨と出水ピークとの関係
IV 観測結果の考察	V 流域の変遷と出水との関係
1 降雨の時期と量	VI 小国地方の出水と他地域との比較
2 総雨量と総流出量の関係	VII 結 論

I 緒 言

1953年6月の筑後川大洪水に際し、上流小国地方では6月25~30日の間に約1,000mmの降雨があり、6月26日の日雨量は392mm、26日8~9時における降雨強度は88mm/hrに達した。このような豪雨は過去50~70年のうちでは明治22年(1889年)に匹敵するものを求め得るだけであるが、小国地方の過去30年間にわたる降雨記録のうちには、連続数百mmに及ぶ豪雨が6~7月の梅雨季に何回か生じ、100mm以上の降雨は年数回を数えることが珍らしくない。

この報告は小国地方における今回の豪雨と出水の関係を整理し、筑後川中流および白川の洪水と比較検討するとともに、約30年間のおもな出水記録からその流出機構を求め、この間における流域の変化が流出に影響を及ぼしたかどうかを明らかにしようとしたものである。

小国地方には宮原の林業試験場試験地で観測された降雨毎時強度の記録が大正初年から整備されており、また付近の杖立温泉地点においては、大正6年~昭和2年に至る間おもな出水の杖立川水位観測記録があり、昭和3年以降は宮原における発電用杖立川取水ダム地点の毎時水位記録が見出されたので、部分的に水位記録の消失したところもあるが、30年間にわたる長期間の降雨と出水関係を大体知ることができる。

以上は小国地方だけの記録に基づく報告であるが、これによつて火山灰土に蔽われた山地流域の流出機構、すなわち流域の保留能力、出水の到達時間、流出率などについて一般的の傾向を知ることができる。なお整理された結果は、林業試験場などで行われている精密な流出試験の数値に比してやや粗雑であるが、長期間にわたること、多数の洪水時量水曲線特に連続5.0mm以上の豪雨時出水記録が得られたことなど、一般の流出機構に関する問題解明に新しい資料を加えたものと思う。

降雨と出水の記録は、1953年10月福岡、大分、熊本の各県耕地課の協力によつて農業土木学会が行つた第1回九州水害調査と、11月の第2回調査の際写したものである。降雨毎時記録および杖立温泉付近水位記録は小国町林業試験場試験地で、杖立川取水ダムの毎時溢流水深記録は築瀬発電所において観測人の雑記帳より写した。

この外杖立川取水ダムの構造は九州電力本社より、流域の変化を示す統計数値は小国町役場より、一般的の降雨記録は福岡気象台の1953年異常気象報告第1号より、一般河川状況は九州地方建設局の筑後川改修計画書、白川改修計画書より得たものであり、資源調査会、林業試験場の資料にもよつた。

これら各方面ならびに御案内を賜つた田町教授、高田教授に深謝するとともに、特に小国試験地の上野己熊氏、熊本県耕地課東誠一技師、九州電力下津秀美氏、改良局浅井技官の御援助に感謝する次第である。

Ⅱ 流 域

筑後川流域面積は 2,860km² で、その水系および河床勾配、流路縦断などは図 1、図 2 に示す如くであり、調査対象となつた杖立川取水ダム地点の流域面積は 122.3km² で、その水系および流路縦断は図 3、図 4 に示す如くである。

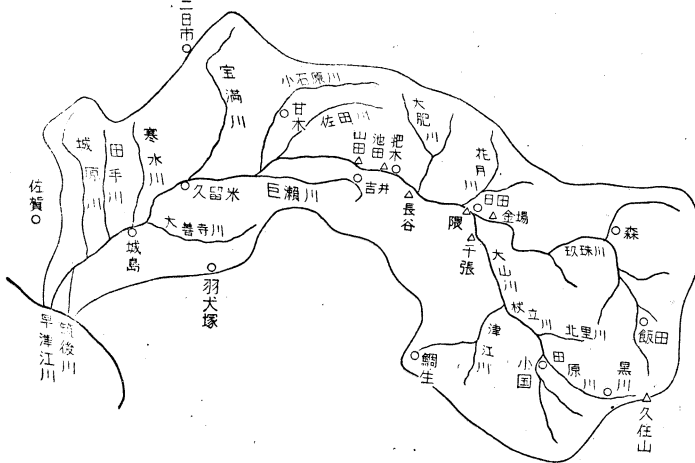


図 1 筑後川水系図

杖立川取水ダムの流域は扇形をなし、その要めの位置にダムがあり数本の流路がこの地点へ集中する。ダム頂標高は 417m、水源の標高は九重山に源を発する田原川が 1,600m、阿蘇外輪山に源を発する志賀瀬川が 800m である。主要流路は田原川 2 本、志賀瀬川 4 本で、これらがダム地点を中心とする放射状流路を形成する。各流路の延長、勾配は表 1 に示す通りである。

表 1 杖立川取水ダム流域流路延長、勾配

流路番号	河川名	主流路長 km	流路勾配		
			下流部 0~5km	中流部 5~12km	上流部 121m 以上
1	田原川支流	19	1/70	1/25	1/14
2	田原川本流	23	1/70	1/25	1/12
3	志賀瀬川支流	18	1/100	1/25	1/25
4	志賀瀬川本流	21	1/100	1/35	1/50
5	志賀瀬川支流	17	1/100	1/25	1/50
6	志賀瀬川支流	17	1/100	1/25	1/50

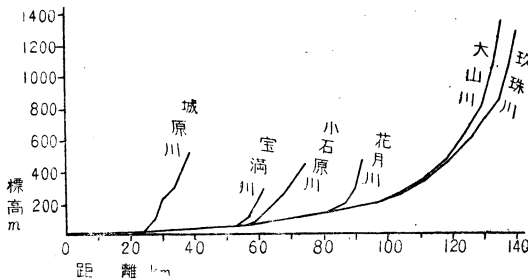


図 2 筑後川流路縦断図

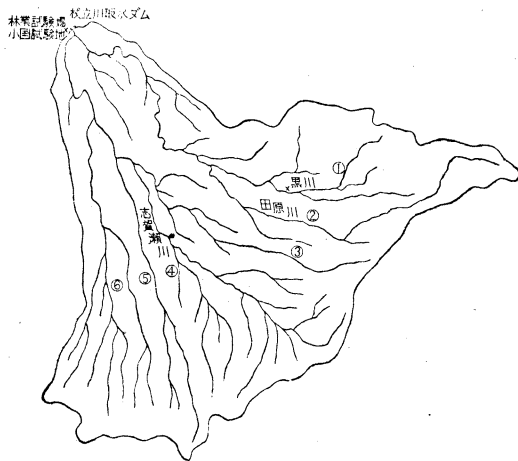


図 3 杖立川取水ダム流域水系図

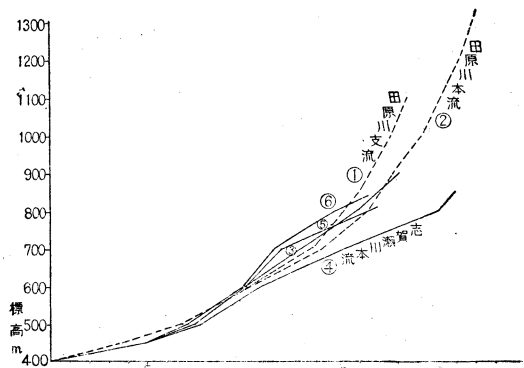


図 4 杖立川取水ダム流域流路縦断図

流路系統が放射状で各流路とも直線的であるので、ダム地点からの直線距離 L と、これに対応する流域面積 A の関係を図 5 の如く求め、洪水の集中を説明する一資料

とした。両者の関係は次のような二次曲線で示される。

$$A = 6.3 - 2L + 0.73L^2$$

ここに Aはkm², Lはkmで現わす。

このような流域, 流路の形は流域内各地の流出水を一時に集中させるものであり, 特に上流地帯に降つた雨が到達する頃, 出水のピークを現出させる。

流域の地形は河川上流地方であるのに丘陵性で, 筑後川中流に比しむしろおだやかである。九重山およびこれに続く嶺師岳山腹は熔岩の山体を火山が被覆したものでやや急であるが, 阿蘇外輪山の斜面は元来緩傾斜の阿蘇熔岩の上に滲透性の火山灰, 火山碎屑物が厚く堆積して火山体を構成しているの, 谷が浅く山腹も河床も緩傾斜である。

流域の大部分を占める阿蘇外輪山の地形は, 滲透性が大地表流出の少いため, 未だ新しい火山原表面が残されて侵蝕が進んでいない。すなわち火山体の原傾斜面に直角な谷が, 放射状にほぼ等しい間隔に発生し, 各流路の間隔が大体 500m, 山陵から谷底までの距離が 250m 程度になるように刻まれており, 特別侵蝕の進んだ谷はない。

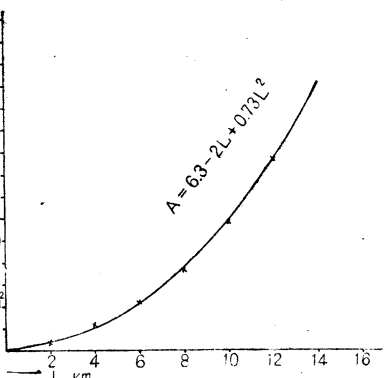


図 5 L-A曲線

谷の深さは 80~100m が標準で, 山陵から谷底に対する山腹の傾斜は約 1/3 である。

1/50,000 の地形図を 1km² 方眼に分割し, その中の最高, 最低平均標高をもつて図 6 の如くその方眼内の代表値とすれば, 標高 H とそれまでの流域累加面積 A の関係は図 7 に示すように 700~800m が最も著しく, 面積を weight として流域の平均高度を計算すると, 748m という数値を得る。

流域を代表する南小国村および小国町の土地利用状況は表 2 に示す如くであり標高 600m 余まで杉の造林地が多く, それ以上は主として牧野で, 水田は谷底の細長平野に限られ, 畑と合わせて耕地率は流域の 10% に達しない。

は流域の 10% に達しない。

地被は概して良好で, 殊にこの地方は土質, 気候が杉

表 2 南小国村, 小国町の土地利用状況

町 村 名	田	畑	山林	原 野
小 国 町	930 ^町	283	6,100 ^町	5,000 ^町
南 小 国 村	598	120	4,549	5,761

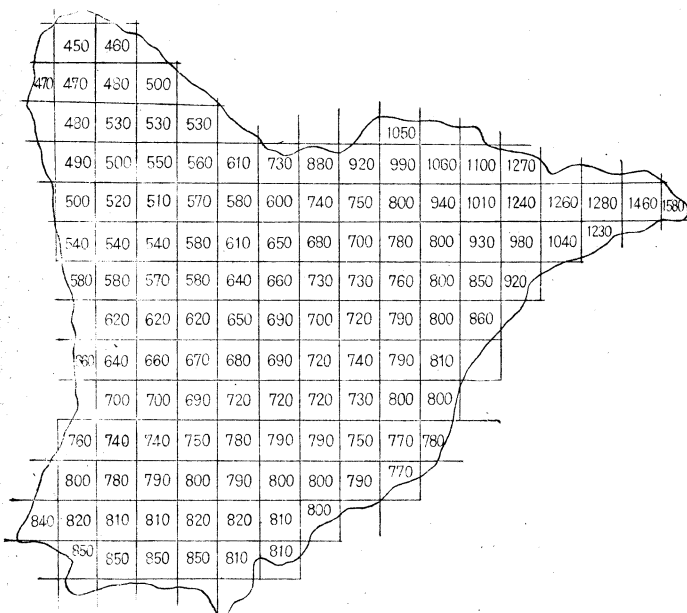


図 6 流域 1km² 方眼内の平均標高

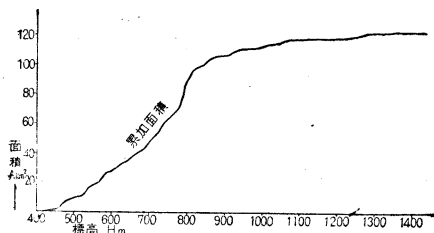


図 7 H-A曲線

の生長に適し、林地はよく管理されて小国林業として有名である。牧野の管理はやや粗放であるが侵蝕溝などの著しいものは道路上からは見られなかった。今回の大豪雨でも流域に大きな崩壊など発生せず、ただ南小国村地内に山抜け状の崩壊を見た程度であるが、隣接流域の北里川上流涌蓋山山には、地形が急であるため大きな板状崩壊を生じた。

Ⅲ 雨量、流量の観測および結果の整理

林業試験場小国試験地における 1914~195 年の降雨記録のうち、100~150mm 程度以上の連続降雨は 121 (弱雨連続を除く) に達し、それぞれの毎時強度 (1921年までは 2 時間毎) を写して出水の記録と対照した。

流域は 122.3km² でこれを流域最下端の観測値 1ヶ所で代表させることは不正確であるが、大部分の出水は 6~7 月の梅雨季であつて、夏の夕立と異り比較的流域一様に降つていると考えられるから、大きな誤差なく流出記録と対照できるものと推察される。標高と雨量の関係は一定の傾向なく、今回の大洪水時における小国 (450 m) と田原川上流黒川 (700m) における降雨記録を比較しても、表 3 の如く明かな差は認められない。

表 3 小国、黒川の降雨記録比較表

1) 日雨量 (9時~9時) 1953年 6月

地	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	計
小国	31	15	14	4	434	210	209	133	10	0	1,060
黒川	34	21	35	11	305	286	172	133	11	3	1,011

2) 時雨量

地 点	日	時												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
小国 黒川	25										3.8	4.2	6.8	12.4
											4.0	10.5	12.5	
小国 黒川	26	15.2	9.0	28.2	28.1	8.4	5.1	5.4	6.0	88.3	36.7	24.8	31.6	
		6.4	5.1	13.5	24.0	10.0	5.5	4.0	5.5	以下	不明			

上よりのつづき

地 点	日	時											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
小国 黒川	25	2.5	15.7	9.3	14.2	6.5	4.8	4.2	38.4	30.4	14.1	36.3	40.1
		3.0	14.0	8.0	12.8	5.4	0.8	5.3	27.7	6.7	15.6	23.7	45.0
小国 黒川	26	12.9	8.7	20.3	29.1	24.1	3.7	6.8	0.0	5.8	3.7	0.1	0.0

流量は宮原における杖立川発電用水取水ダムの溢流水深より計算した。このダムの平面および構造は図 8 の如く堰頂標高 417m、落差約 3m であるが、下流側が直ちに急な塔岩の河床で瀑流をなしているので、完全溢流の広頂堰としてよい。

このような形の広頂堰では $Q=c \cdot b \cdot H^3$ における c は溢流水深によつてやや異なるが大々 2.0 前後となつており (物部氏水理学 p. 227~228) 堰堤上流側に堆砂があつても出水時には洗流されるから、やはり係数を 2.0 とし て支障ないであろう。ただ流量が少くもし堰頂まで堆砂

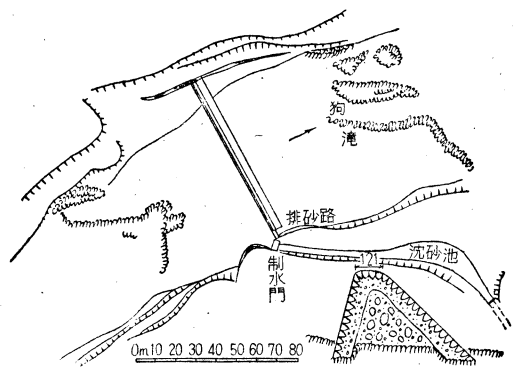


図 8 杖立川取水口付近平面図および構造図

があるときは、係数は1.7近くまで低下し得るので、この場合の計算溢流量は10%程度の誤差を生ずる。

堰堤上流は増水時も河巾が一定し、ほぼ堰頂の巾で流下する。故に溢流水深が大となるに従い接近速度の影響が著しくなる。よつて計算は次式によつた。

$$Q = cb \left\{ (H + H_a)^{\frac{3}{2}} - H_a^{\frac{3}{2}} \right\}$$

$$\text{ここに } c=2.0, b=85.45, H_a = \frac{v^2}{2g}, v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{H \cdot b}$$

水位観測地点は発電用水の流入口付近で、すべての溢流水深に対して適当な位置とはいえないが、量水標を1ヶ所としているので多少の誤差はやむをえない。

以上の方針によつて計算した水位・流量関係および流域面積より換算した毎時流出高は表4の如くなる。

表 4 水位 - 流量表

水位 cm	流 量 m ³ /sec	流出高 mm/hr	水位 cm	流 量 m ³ /sec	流出高 mm/hr	水位 cm	流 量 m ³ /sec	流出高 mm/hr
1	0.5	0.02	41	63.0	2.26	81	175.4	6.30
2	1.1	0.04	42	65.1	2.35	82	178.9	6.42
3	1.6	0.06	43	67.5	2.43	83	182.0	6.55
4	2.1	0.08	44	70.0	2.52	84	185.2	6.66
5	2.7	0.10	45	72.1	2.59	85	188.8	6.78
6	3.6	0.13	46	74.4	2.66	86	192.0	6.89
7	4.8	0.18	47	75.9	2.72	87	195.1	7.02
8	5.8	0.22	48	79.2	2.84	88	198.8	7.14
9	6.9	0.25	49	81.6	2.96	89	201.9	7.24
10	7.6	0.28	50	83.8	3.02	90	205.0	7.36
11	9.1	0.34	51	86.7	3.12	91	209.0	7.50
12	10.7	0.38	52	89.4	3.21	92	212.1	7.62
13	12.0	0.43	53	92.1	3.32	93	215.9	7.75
14	12.3	0.48	54	95.0	3.41	94	219.3	7.88
15	15.0	0.54	55	97.9	3.50	95	223.0	8.01
16	16.1	0.58	56	100.2	3.60	96	226.3	8.13
17	17.8	0.64	57	103.1	3.70	97	230.0	8.25
18	19.0	0.68	58	106.0	3.80	98	232.2	8.36
19	20.3	0.73	59	108.9	3.90	99	237.0	8.50
20	22.9	0.82	60	111.9	4.00	00	240.3	8.62
21	23.7	0.88	61	114.7	4.11			
22	25.2	0.91	62	117.3	4.21			
23	27.0	0.97	63	120.3	4.32	110	277.1	9.96
24	29.0	1.04	64	123.1	4.42	120	317.2	11.60
25	30.8	1.12	65	126.0	4.52			
26	32.3	1.19	66	129.0	4.63	130	356.6	12.79
27	34.1	1.23	67	132.0	4.75			
28	36.0	1.28	68	134.9	4.85	140	398.8	14.31
29	37.9	1.36	69	137.9	4.96			
30	39.5	1.42	70	140.5	5.06	150	422.2	15.14
31	41.5	1.50	71	144.0	5.18			
32	43.6	1.58	72	147.0	5.28	160	486.9	17.46
33	45.8	1.64	73	150.0	5.38			
34	47.9	1.72	74	153.1	5.45	170	533.1	19.04
35	50.0	1.80	75	156.2	5.60			
36	52.0	1.88	76	159.5	5.75	180	579.0	20.76
37	54.1	1.96	77	163.0	5.85			
38	56.3	2.06	78	166.0	5.96	190	628.6	22.54
39	58.5	2.11	79	169.1	6.08			
40	60.8	2.18	80	172.1	6.18	200	678.8	24.35

水位観測記録は最近の数例だけが築瀬発電所の用紙に整理してあつただけで、それ以前のは水位観測人の雑記帳より写した。なお雑記帳は1932~1934年、および1939~1944年が欠けており、その他部分的欠測があつたが、降雨と出水に関する資料としては十分な数であり、長期間における比較も可能である。

ダム溢流量はダム地点における全流出量でもなく増水量でもない。これは発電用に取水されているからで、平水以下ではその大部分が取水される。ただし6～7月の豊水期には計画取水量7.5m³/sec以上の流量が持続し、これがその頃の基底流量と見なされる。故にダム溢流量は基底流量を差引いた増水量と考えて大差ない。もし降雨前の水位が高く、その前の降雨影響が残る場合には、基底流量が不明確なので、このような記録は降雨と増水の比較対象から除いた（實際上溢流水深が10cm以下の場合には増水量計算に大した影響がないので資料に加え、15～20cmに及ぶ場合は増水量が不正確になるので除いた）。以上の方針により溢流水深が増加に転じてからの溢流量を降雨による増水量と仮定した。ここに土砂吐放水門の放水量は発電所の記録によると、最大で1.2 m³/sec程度であるから、増水量計算には無視してよい。

以上の如く流量計算には正確でない部分が多いが、100mm程度以上の降雨による増水の一般的傾向を知るには十分であり、普通10%以内の誤差に過ぎないものと考えられる。

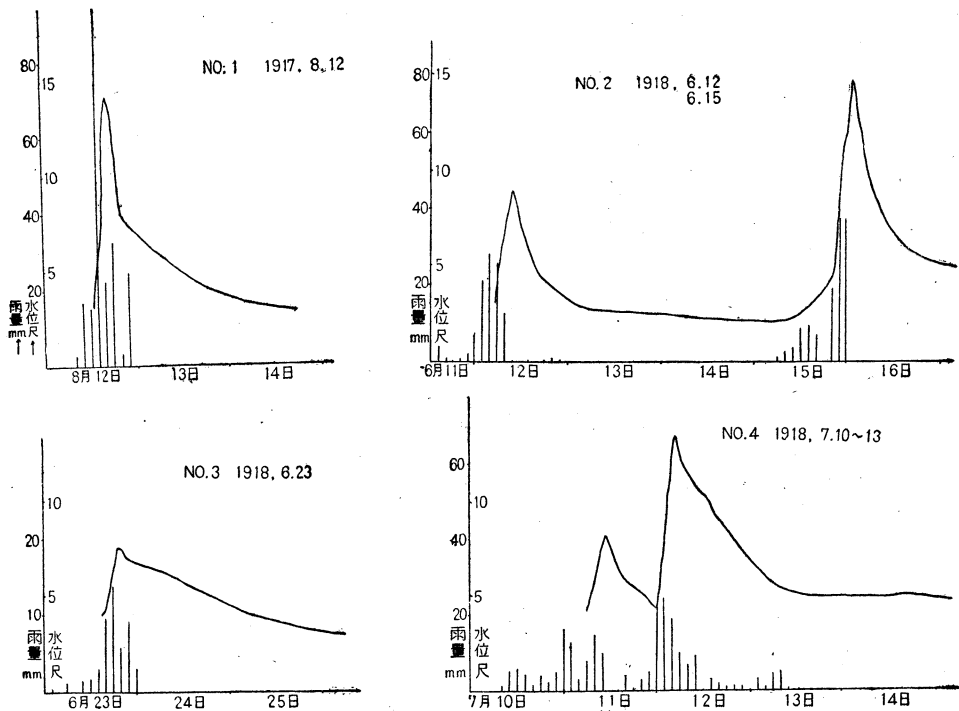
杖立川取水ダム築造前の降雨と流出記録は、杖立温泉付近の水位観測から上野己熊氏が「筑後川水系杖立川の流量と雨量との関係」として整理発表されている。これは一日一回の水位長期観測から、流域18.6平方里=288 km²において主として月雨量と月流出量の関係を求めたものである。

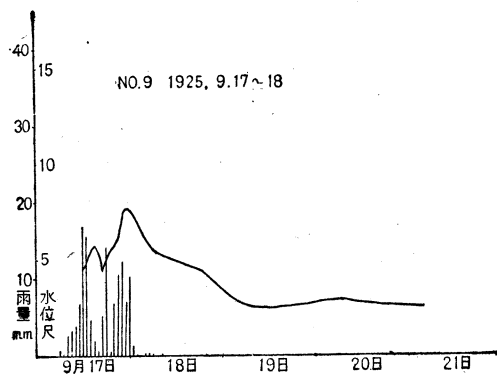
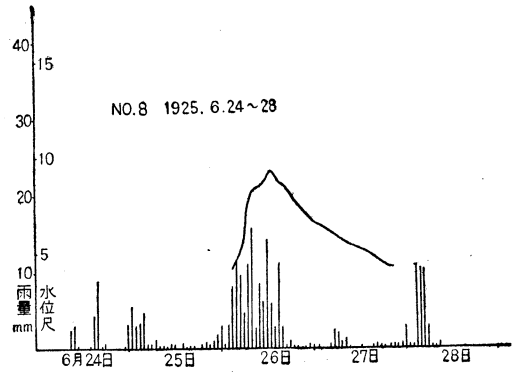
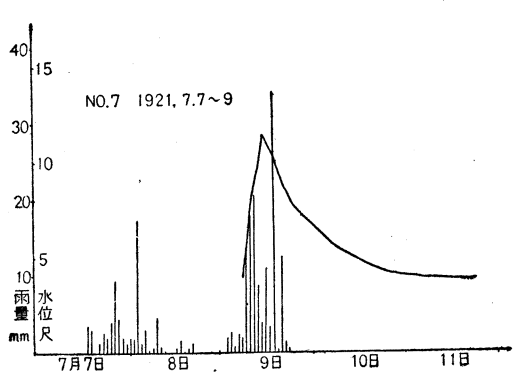
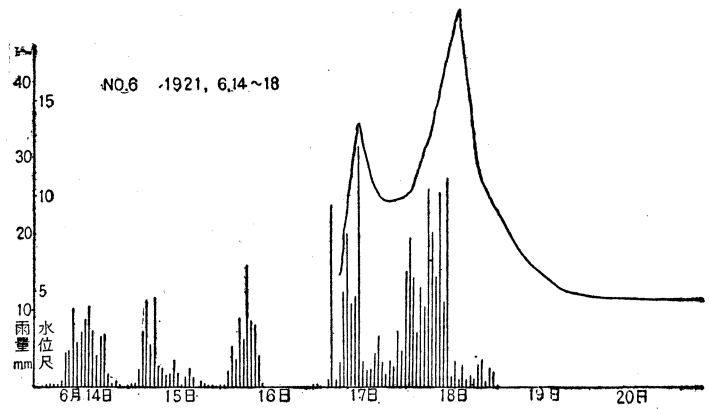
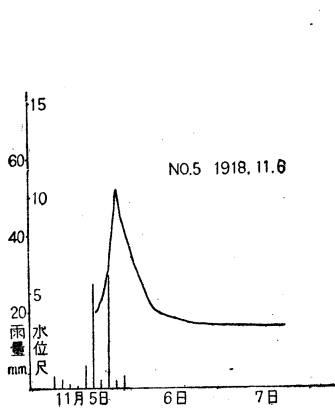
今回の調査で出水時の時間観測水位資料が見出されたので、これより大正時代における杖立温泉地点の洪水到達時間を知り得た。なおこの地点の水位—流量曲線は次の如く示されているが、実測値は水位4尺程度までなので大きい増水には採用できない。

$$Q = 77 + 98h + 50h^2 \quad Q \text{ は尺}^3/\text{秒}, h \text{ は尺で現わす。}$$

杖立温泉地点のおもな洪水と水位関係の記録は、図9に示す如く、9例を比較対照できた。

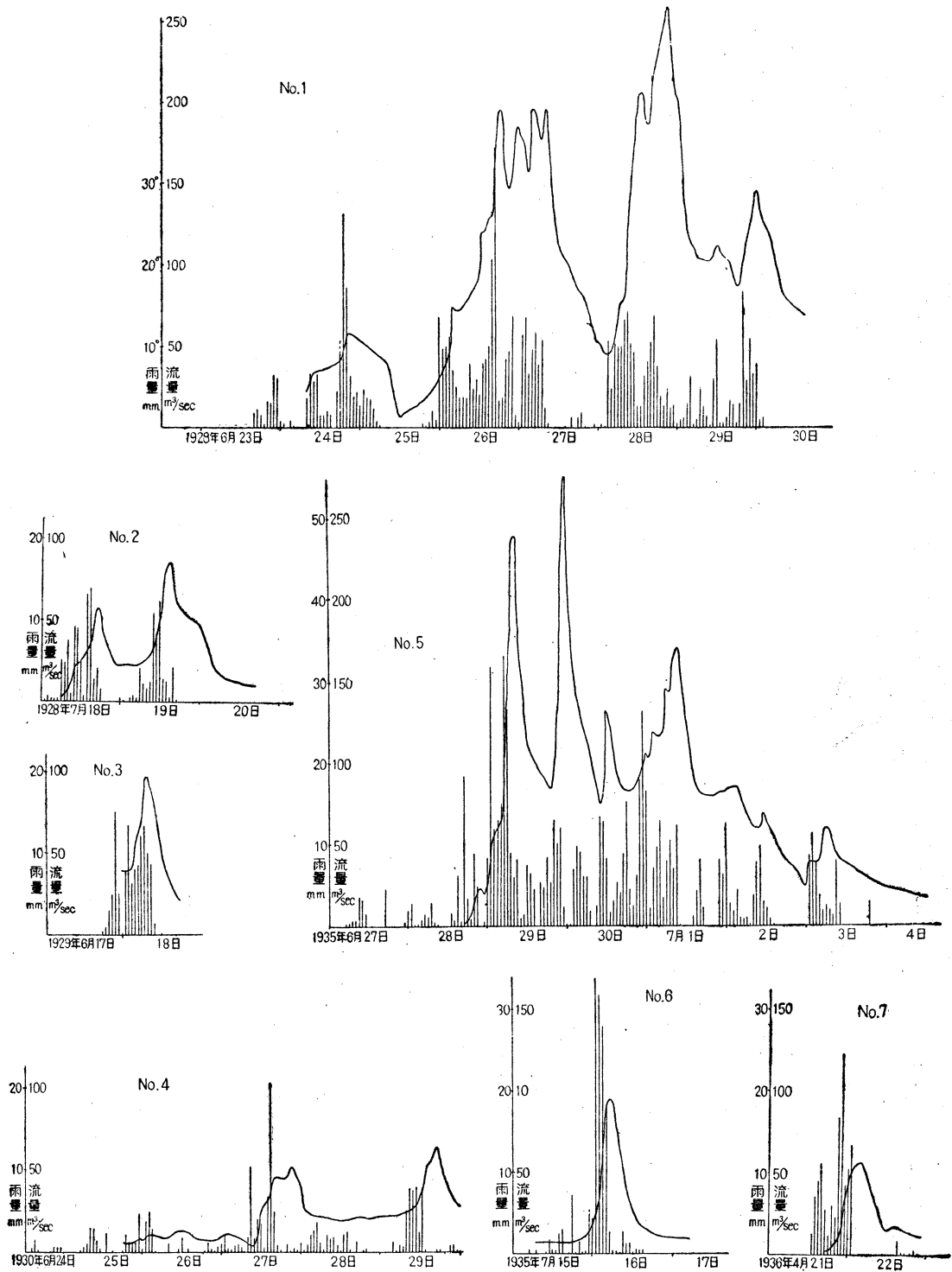
図 9 杖立温泉地点一増水位曲線 (No.1~9)

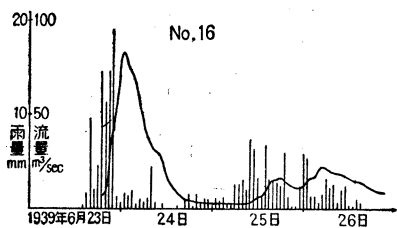
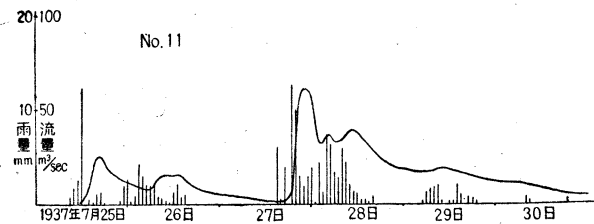
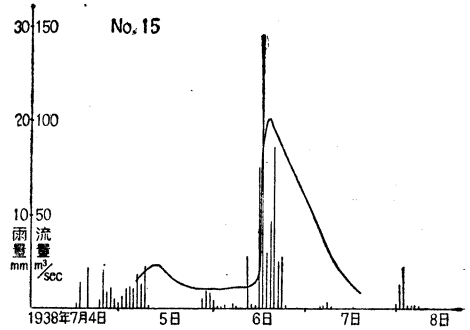
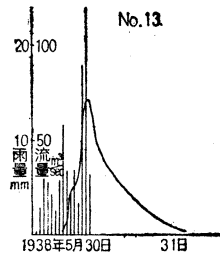
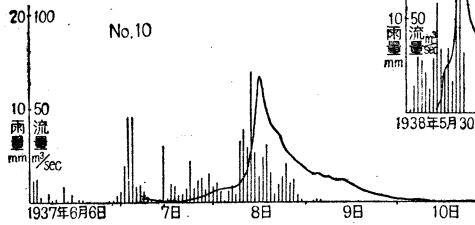
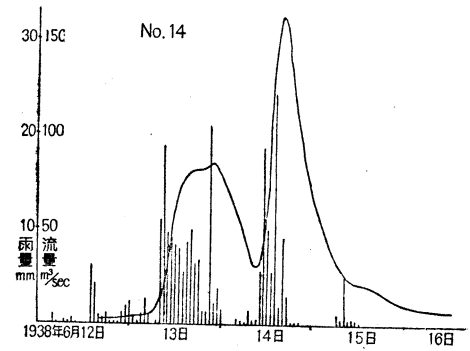
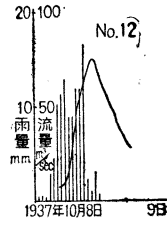
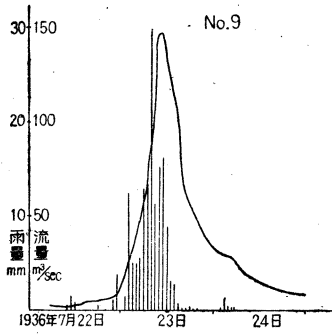
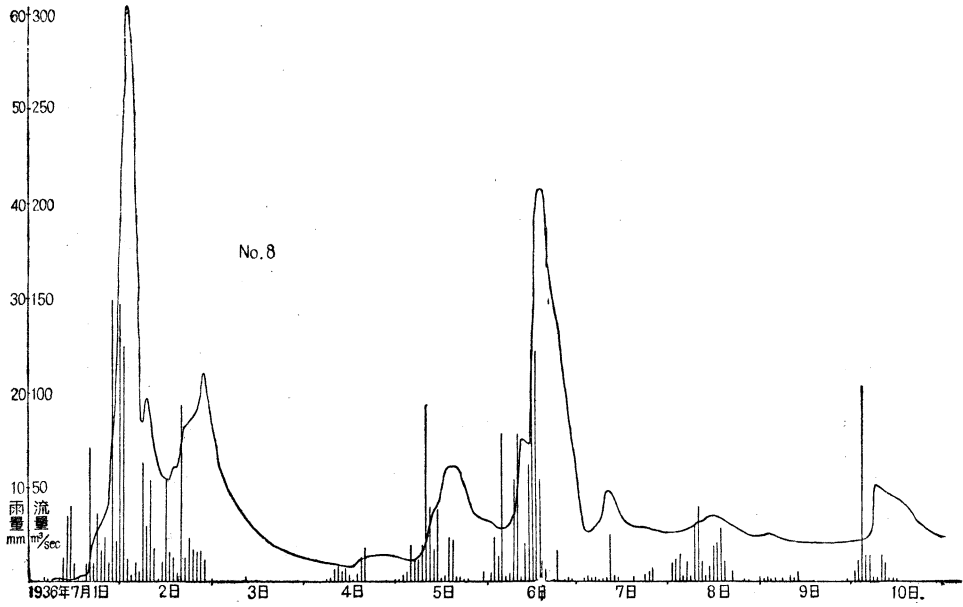


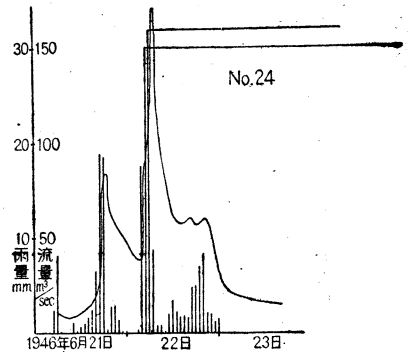
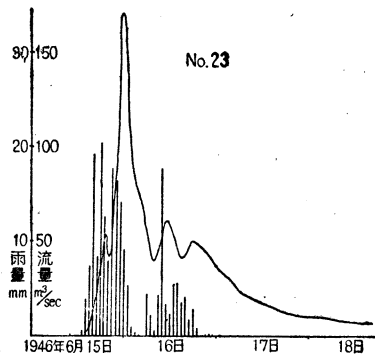
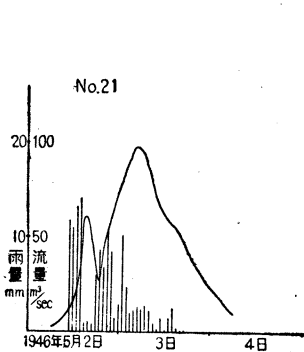
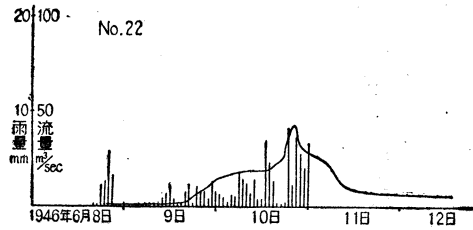
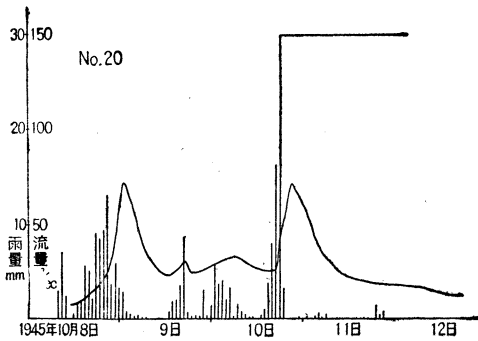
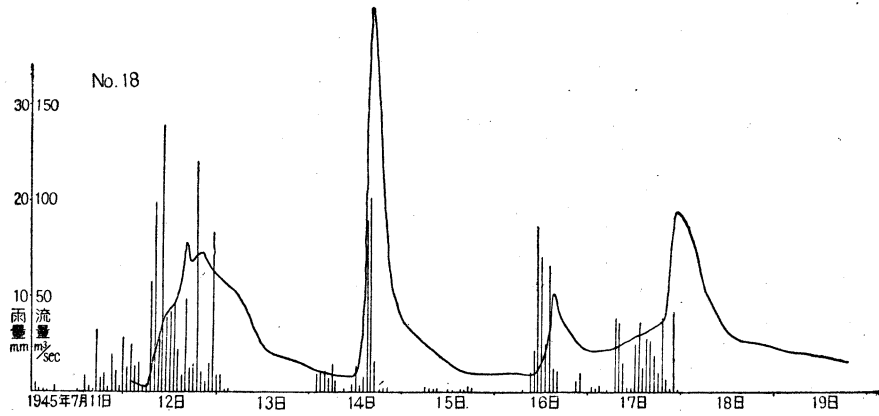
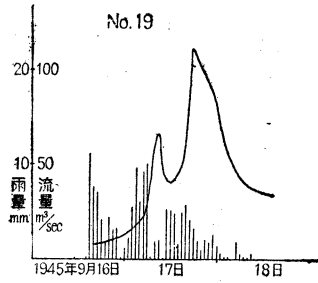
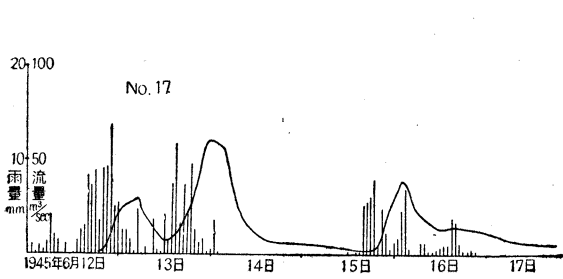


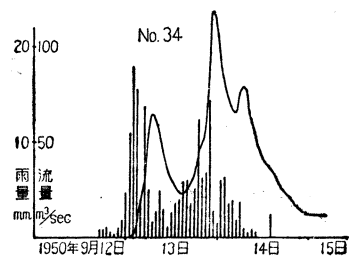
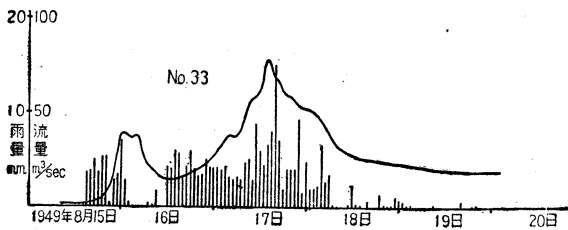
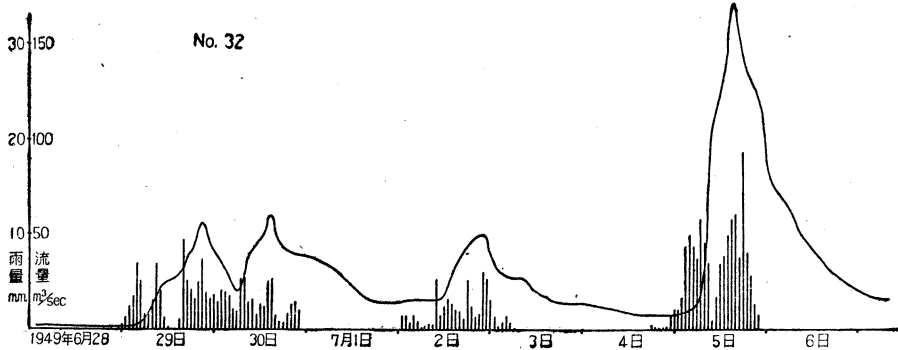
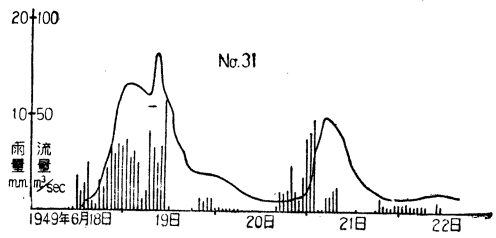
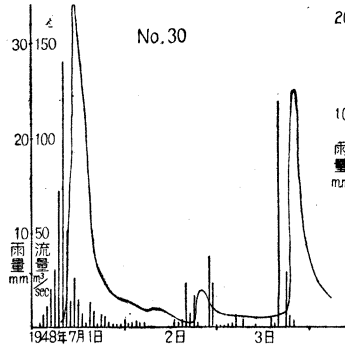
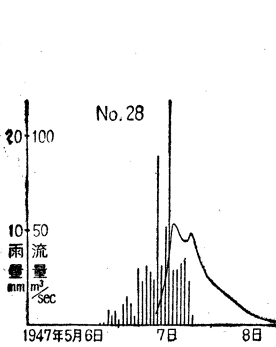
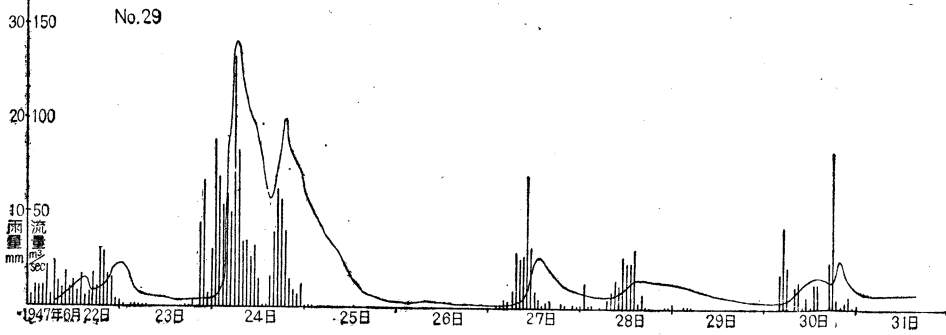
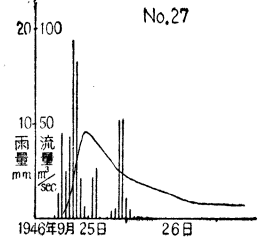
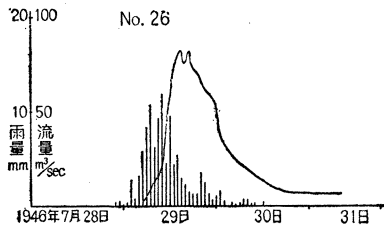
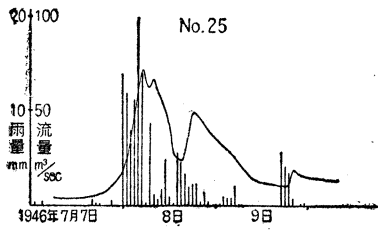
杖立川取水ダム地点における降雨と流出関係記録は、図10に示すように43例に達した。

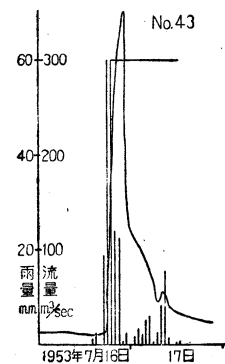
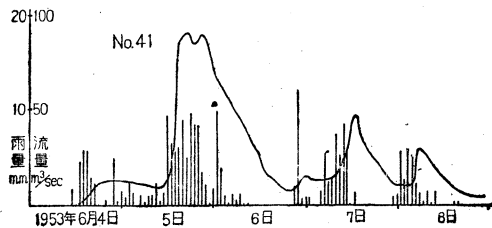
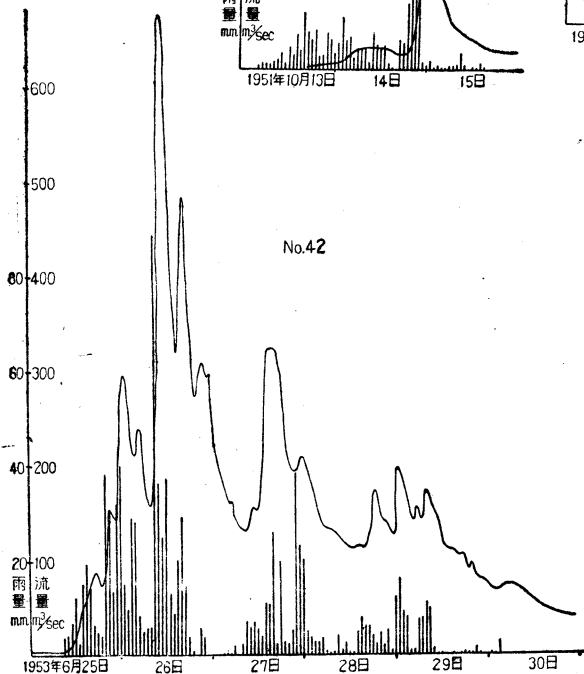
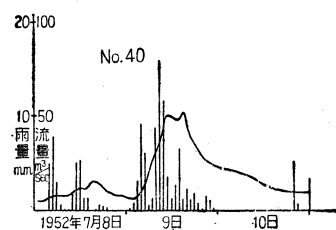
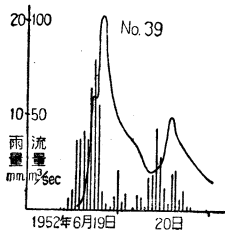
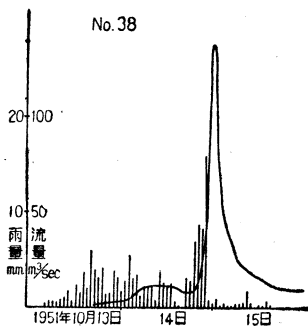
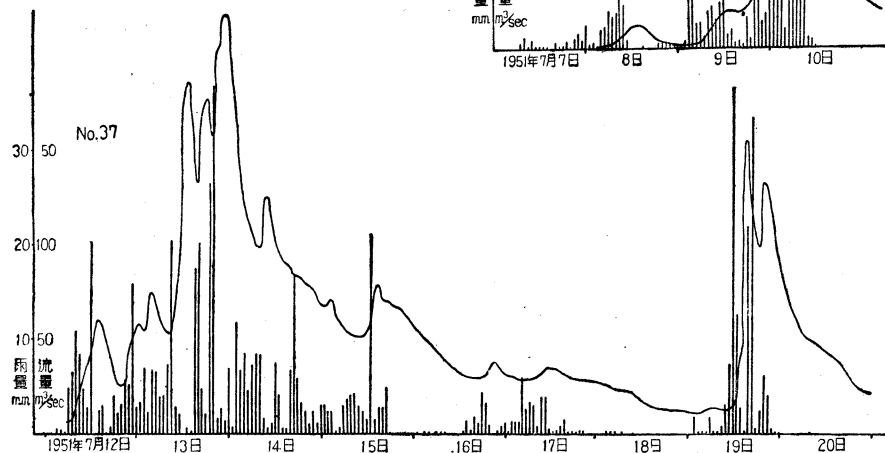
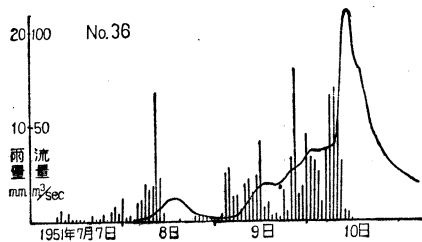
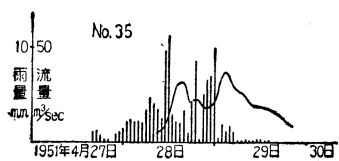
図 10 杖立川取水ダム地点一増水量曲線 (No.1~43)





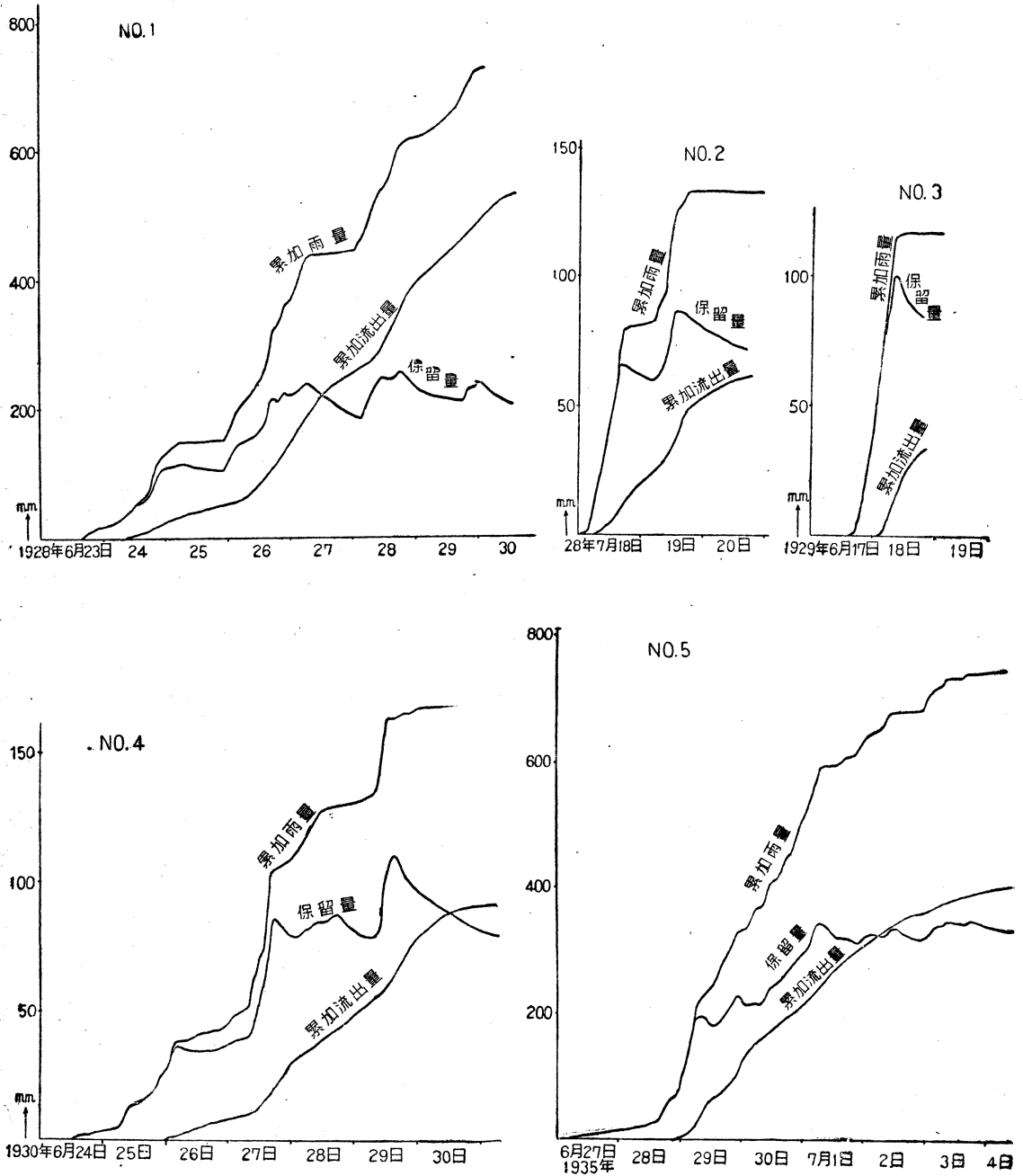


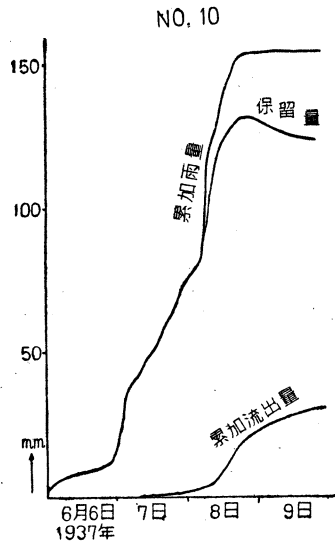
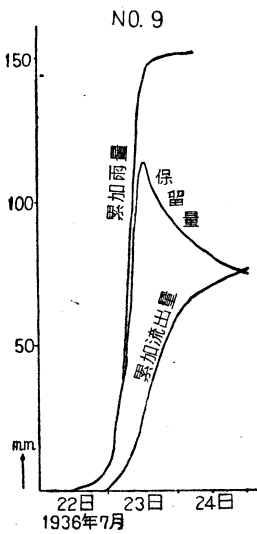
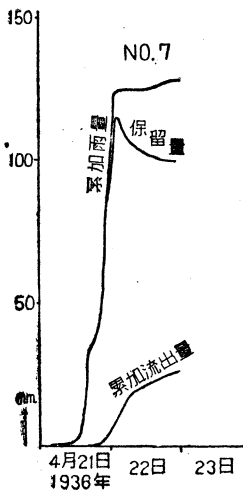
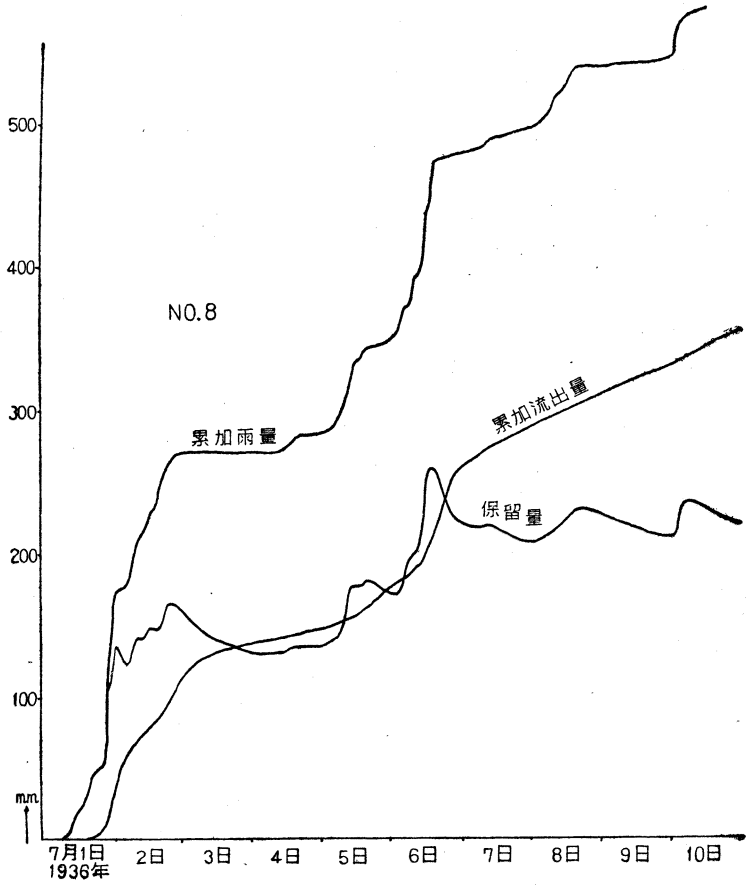
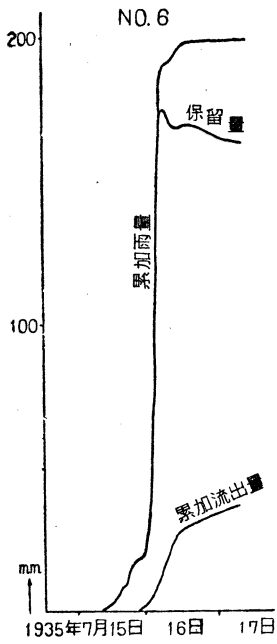


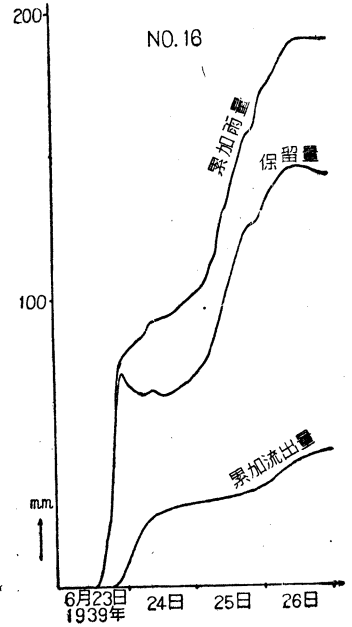
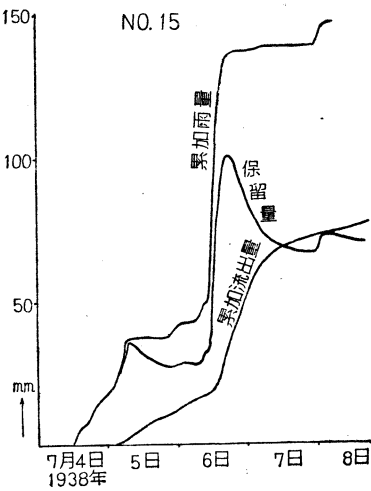
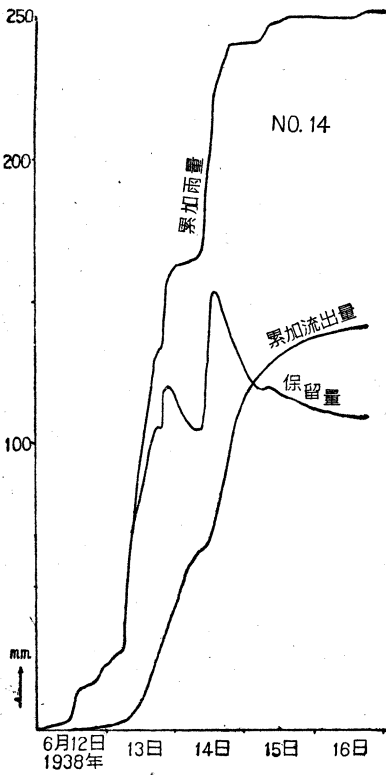
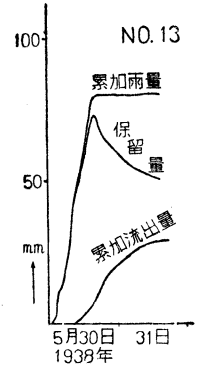
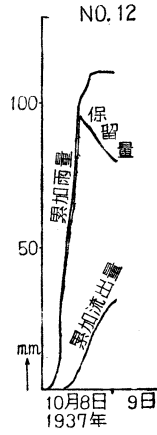
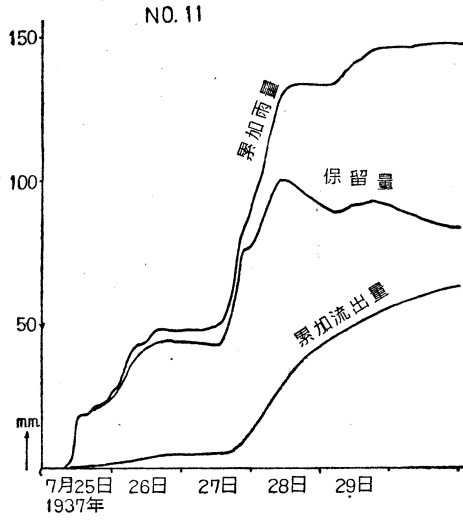


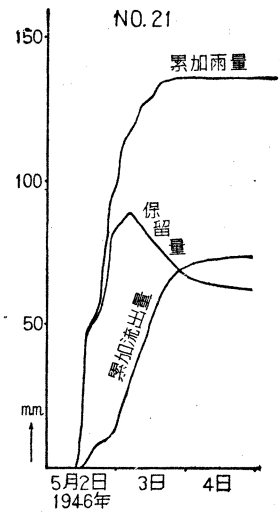
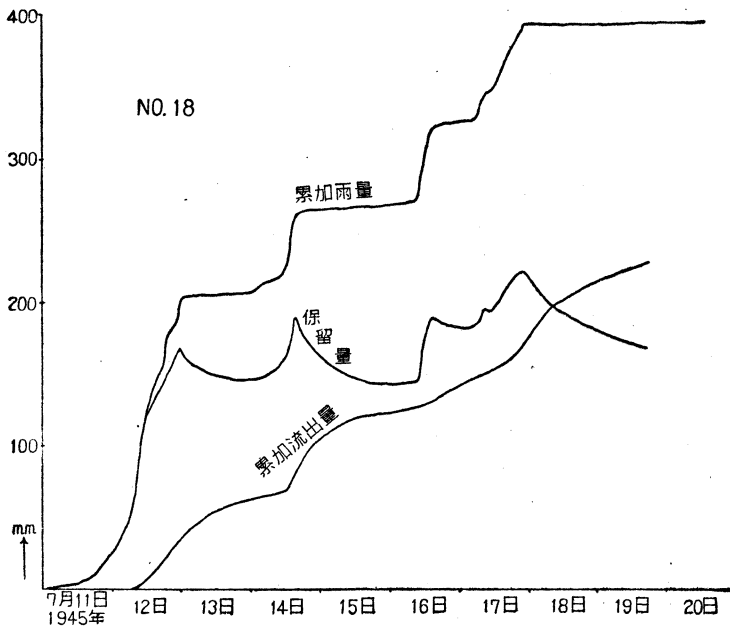
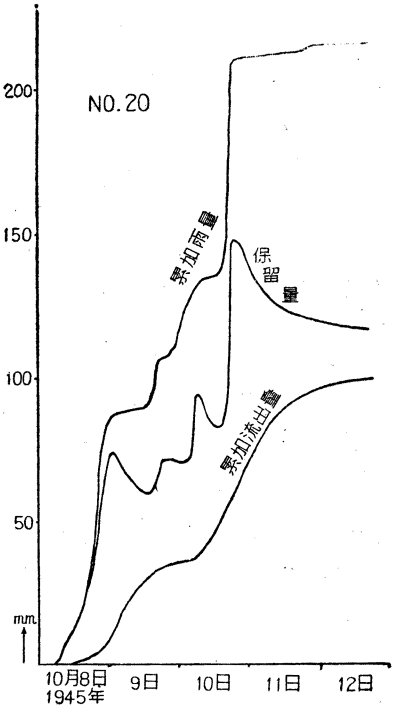
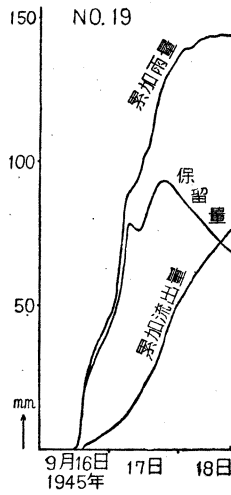
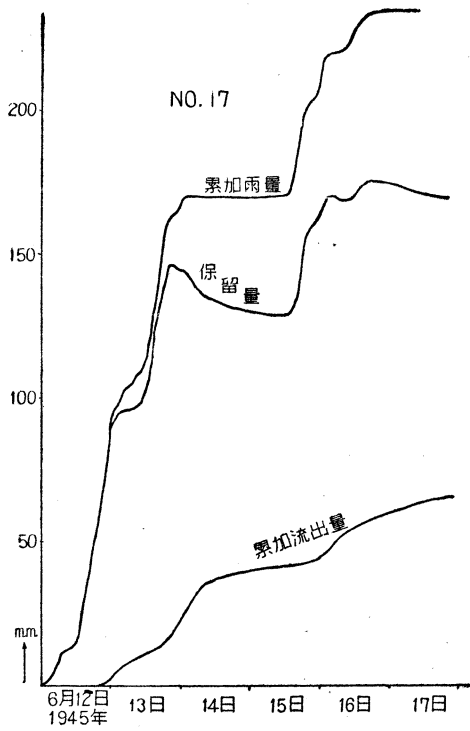
次に累加流出量を求め、その差を保留量曲線として図示すると図11の如くなる。ここに累加雨量は連続して降雨が始まつてからの毎時雨量を累加したものであり、累加流出量は増水の明らかに始まつたときからの流出を累加したものである。この場合の流出量は基底流量に相当する発電用水取水量を減じたものであるから、降雨による増水量になるわけである。これらの計算過程は紙面の都合で省略する。

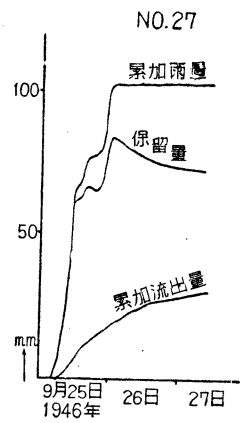
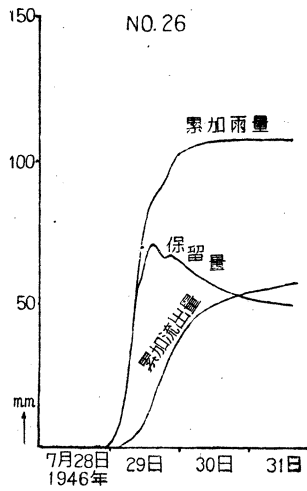
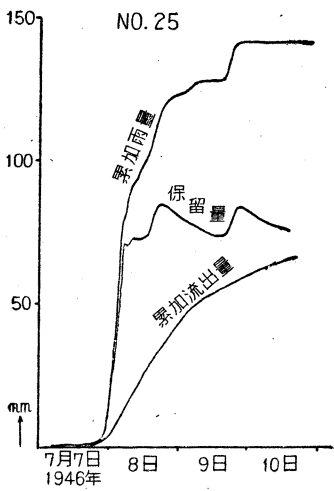
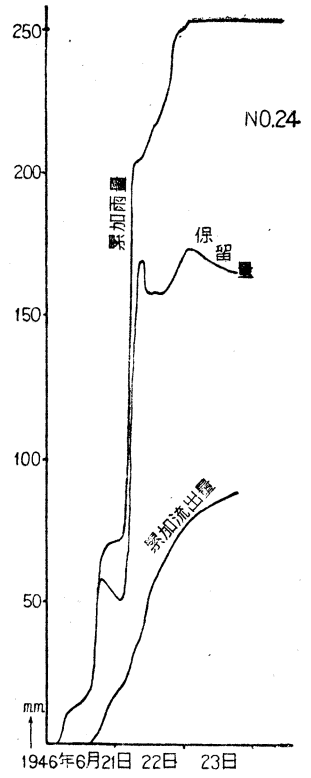
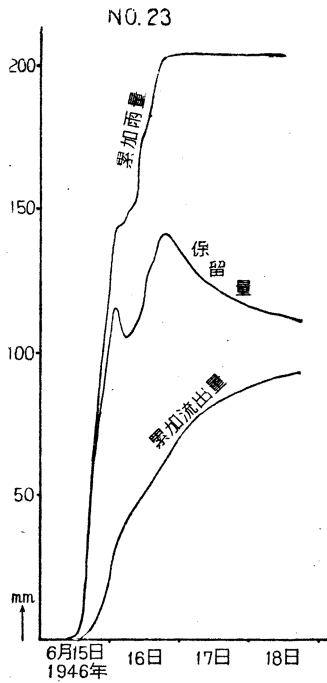
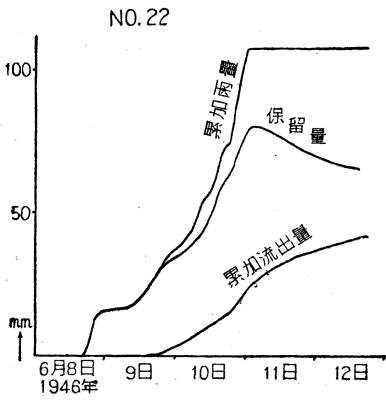
図 11 増水時の保留量曲線 (No.1~43)

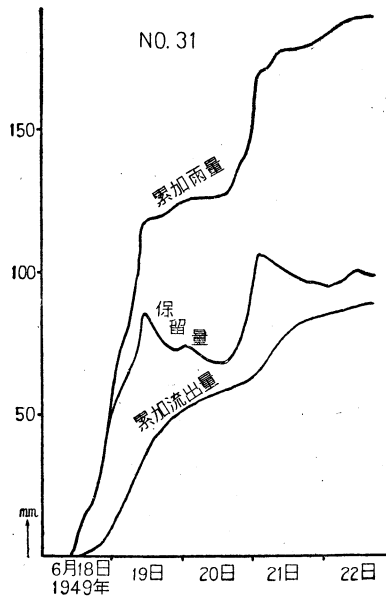
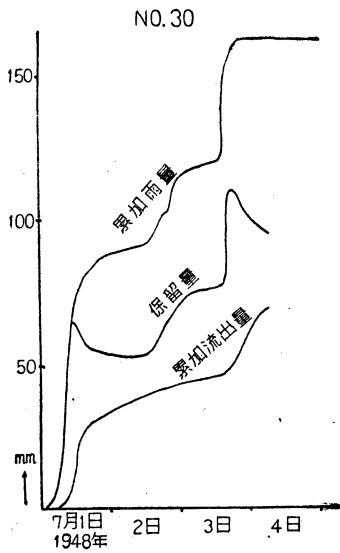
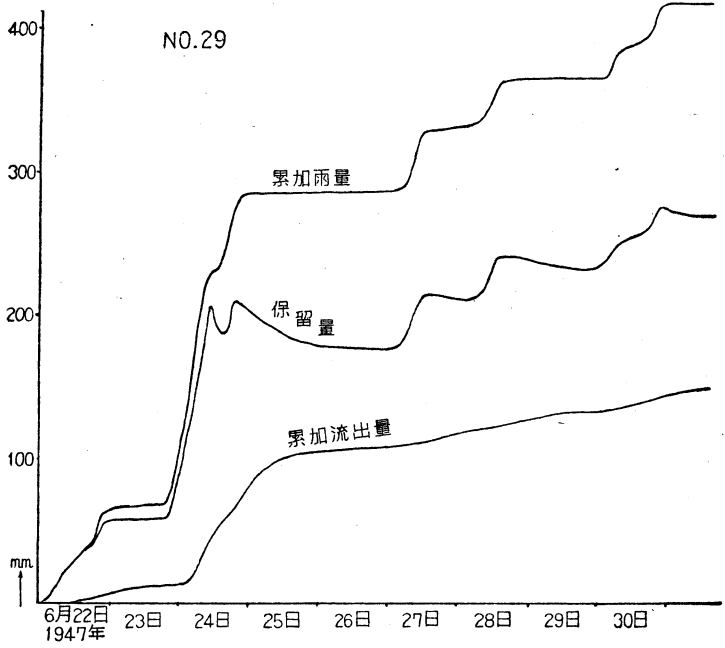
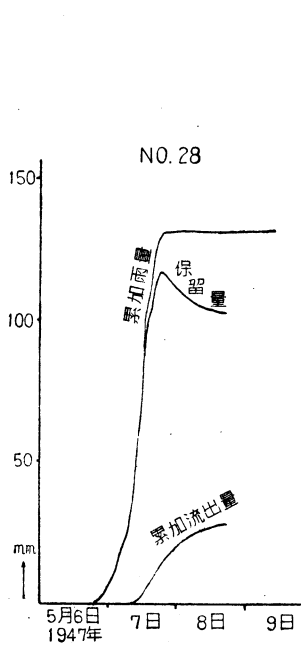


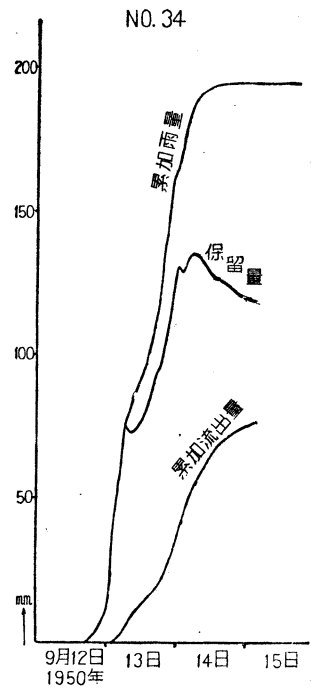
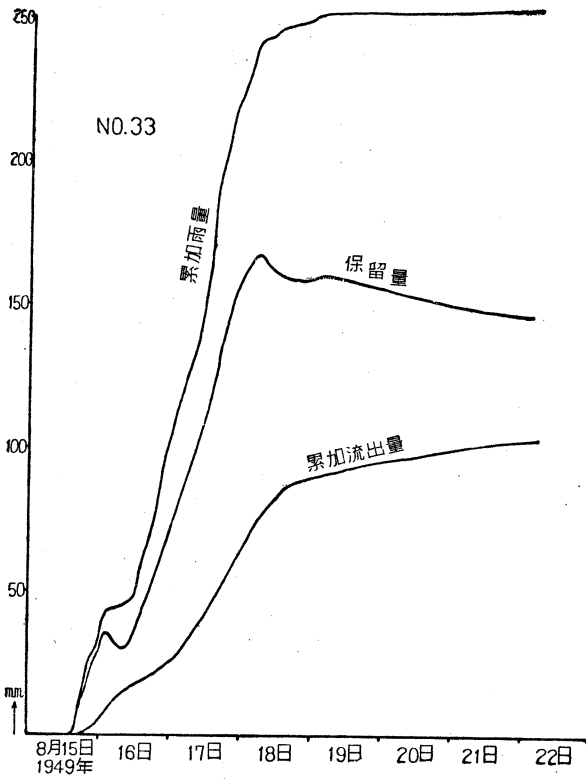
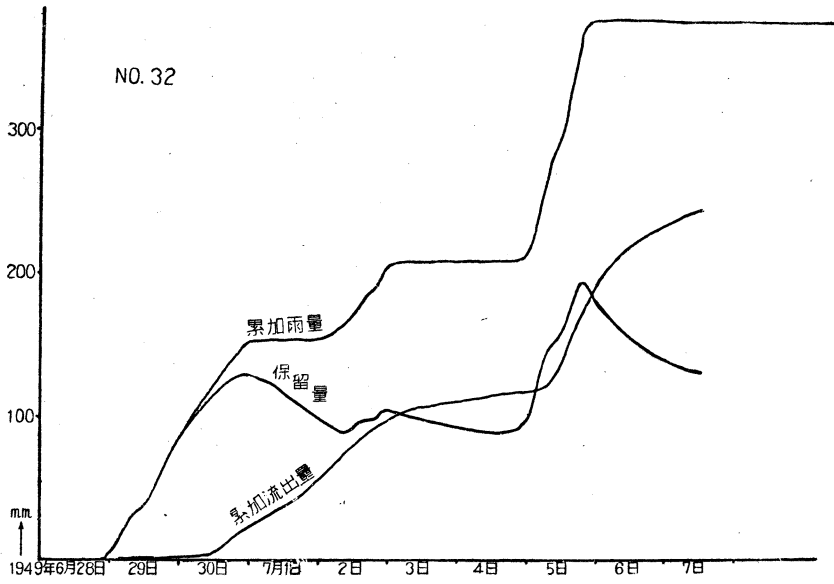


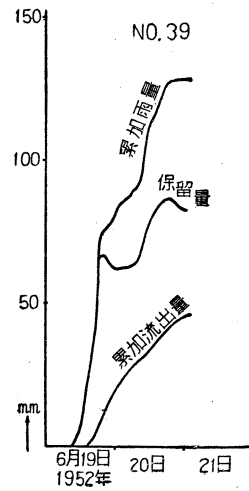
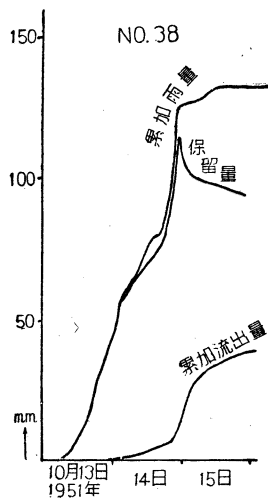
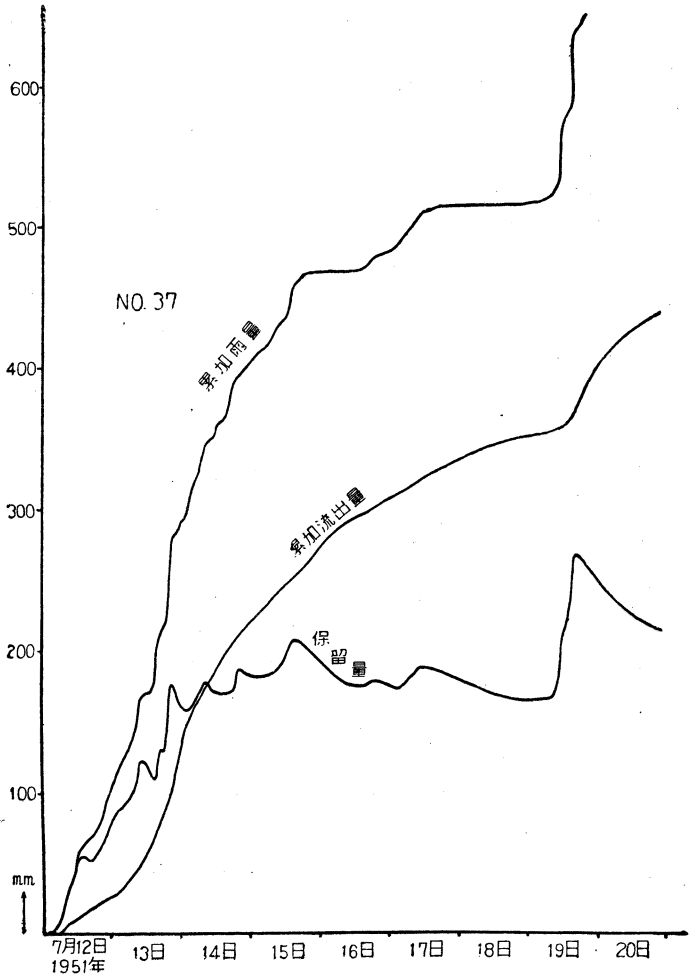
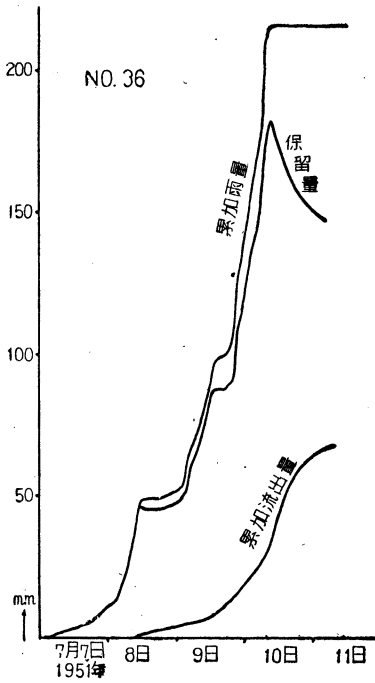
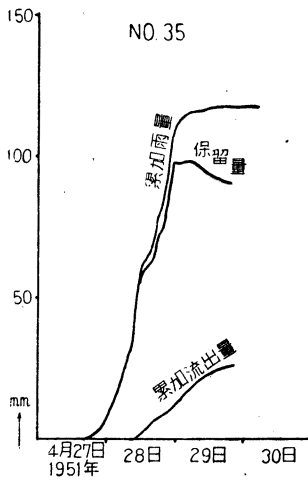


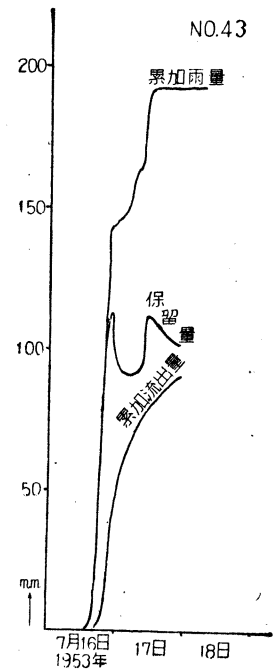
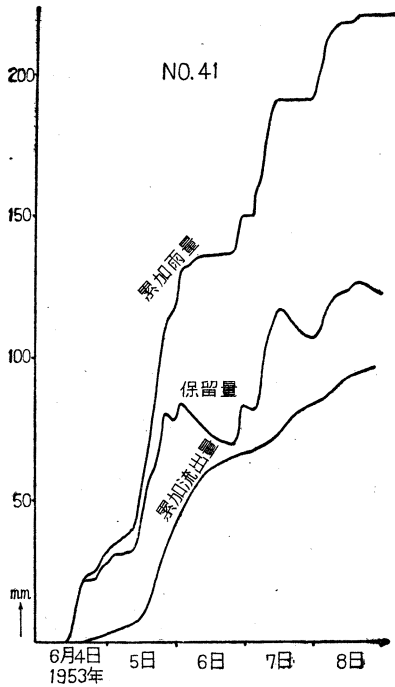
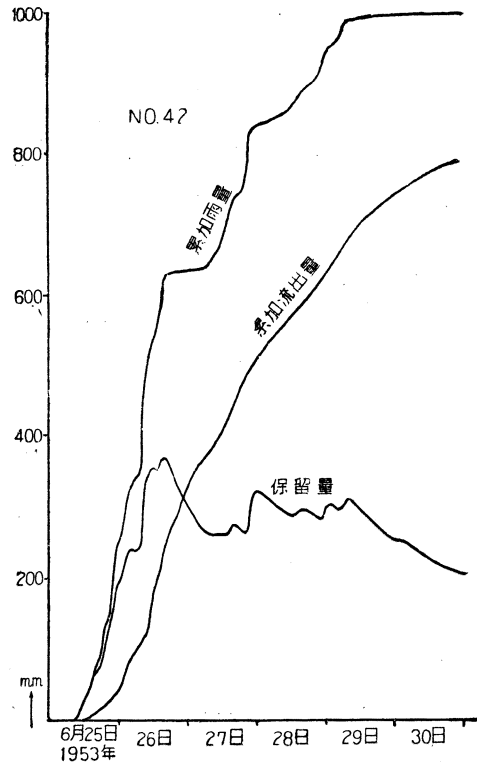
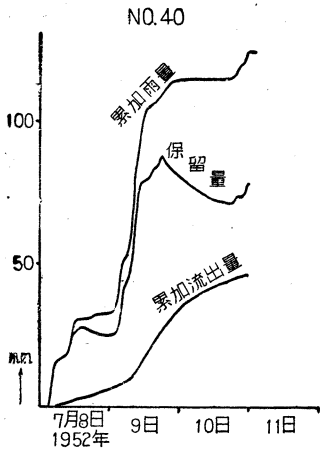












IV 観測結果の考察

1 降雨の時期と量

1914~1953年の40年間における連続 100mm 程度以上の降雨（弱雨連続の場合を除く）を旬別に整理すると表5の如くなる。このうち筑後川下流地帯に水害の記録された場合は※印を付した。また各降雨の階級別頻度分布を求めると表6の如くなる。これによると本地域における豪雨は6月、7月に多く、特に6月下旬および7月上旬に集中している。本地域は筑後川水系の最も内陸部に当るが、筑後川流域全体としてもこれと同様に、梅雨による洪水が著しく、台風による豪雨は多くない。これは筑後川洪水の時期が水稻作上からは好都合であつて、河川の氾濫程度だけなら回復の余地があることを示すものである。

表 5 連 統 100mm 以 上 降 雨 分 布 表 (小 園 1914~1953)

年 次	4 月			5 月			6 月			7 月			8 月			9 月			10 月			
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
大 正 3 年																						
4				154.9		109.8	705.0	353.4	157.2													119.7
5						124.5	155.9	102.7	155.9													
6						118.5	136.8	363.6	117.4													
7							258.9	102.1	119.2	224.3												
8									381.2													
9							216.1	212.9														
10							277.0	250.8	419.8													
11									130.7													
12																						
13																						
14				137.8	116.3		111.1	223.3														
15							152.0	147.6														
昭 和 2 年							189.1	728.8														
3							116.9	418.4														
4								178.5														
5								247.6	218.2	125.4												
6								200.2														
7								117.0														
8				111.6				729.4														
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
回 数	—	—	3	4	2	1	8	17	19	23	8	6	5	5	3	0	8	4	3	1	1	

表 6 雨量階級別月別回数 (小国 1914~1953)

雨量階級 mm \ 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	計
100 ~ 200	3	6	21	20	8	10	4	72
200 ~ 300	—	1	14	9	3	2	1	30
300 ~ 400	—	—	4	4	1	—	—	9
400 ~ 500	—	—	1	2	1	—	—	4
500 ~ 600	—	—	—	1	—	—	—	1
600 ~ 700	—	—	—	1	—	—	—	1
700 ~ 800	—	—	3	—	—	—	—	3
800 ~ 900	—	—	—	—	—	—	—	0
900 ~ 1000	—	—	1	—	—	—	—	1
計	3	7	44	37	13	12	5	121

2 総雨量と総流出量の関係

総雨量と総流出量の資料は主として豊水期のもので、流域が濕潤状態にあつた場合であり、旱天連続時の夕立などは含まれないから、流域の乾濕条件に大差はない。なお基底流量が著しく大きい場合、および特に小さい場合は資料から除いた。また総流出量は時間のとり方で変化するが、増水がほぼ流出し終わる頃は1日間の差でも数mm以下に過ぎないから、流出時間に対する一定の規準はなく、水位観測の中止した時間でやむをえず切つてある。

このようにして整理した結果は表7、および図12の如くなる。図12は全体として二次曲線的であるが、これを三つの折れた直線と見ることもできる。

表 7 総雨量と総流出量

降雨番号	期	日	総雨量	総流出量
1	1928	6.23~30	729	534
2		7.18~29	133	63
3	1929	6.17~18	117	31
4	1930	6.24~30	179	92
5	1935	6.27~7.4	729	407
6		7.15~17	199	36
7	1936	4.21~23	128	28
8		7.11~10	579	360
9		7.22~24	162	77
10	1937	6.6~10	153	31
11		7.25~30	148	63
12		10.8	110	30
13	1938	5.30~31	110	29
14		6.12~16	252	131
15		7.4~8	147	74
16	1939	6.23~26	191	47
17	1945	6.12~17	226	65
18		7.11~19	392	227
19		9.16~18	143	66
20		10.8~12	216	99
21	1946	5.2~4	135	72
22		6.8~12	108	42
23		6.15~18	205	94
24		6.21~23	253	90
25		7.7~10	142	67
26		7.28~31	108	58
27		9.25~27	103	31
28	1947	5.6~8	131	27
29		6.22~7.1	420	150
30	1948	7.1~4	163	68

31	1949	6.18~22	188	90
32		6.28~7.7	380	258
33		8.15~23	253	111
34	1950	9.12~15	196	77
35	19.1	4.27~29	118	26
36		7.7~11	217	68
37		7.12~20	653	439
38		10.13~15	133	39
39	1952	6.19~20	129	47
40		7.8~12	125	47
41	1953	6.4~6	221	57
42		6.25~12	999	790
43		7.16~17	192	90

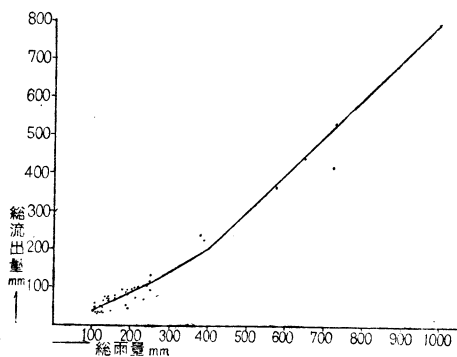


図 12 総雨量と総流出量

これを実験式で示すと次式の通り、総雨量 250mm, 400mm のところで直線が折れており、このあたり流域の滲透、保留条件が変化するものと推察される。

$$R=100\sim 250\text{mm} \quad : \quad D=0.5 (R-30)$$

$$R=250\sim 400\text{mm} \quad : \quad D=0.6 (R-70)$$

$$R=400\sim 1,000\text{mm} \quad : \quad D=1.0 (R-200) \quad \text{ここに } R=\text{総雨量}, D=\text{総流出量 (この場合増水量)}$$

これらの実験式は従来武田繁後氏が各地で実測された結果と比較すると、次の如く杖立川流域の保留能力が特に大きいことを示している。

$$\text{宝 川} \quad R=80\sim 250\text{mm} \quad : \quad D=0.90 (R-45)$$

$$\text{根尾川} \quad R=100\sim 250\text{mm} \quad : \quad D=0.82 (R-54)$$

$$\text{//} \quad R=250\sim 400\text{mm} \quad : \quad D=1.25 (R-121)$$

$$\text{龍ノ口山} \quad R=85\sim 135\text{mm} \quad : \quad D=1.25 (R-68)$$

以上の実験式には降雨強度の条件が入っていないため、図12の如くある程度点が散っているが、総雨量によつて地表流出および中間流出の増大する傾向を読みとることができる。すなわち総雨量の少いような場合は、ある程度の初期吸収があつてから流路、道路、踏跡、など水の流れ易い水みちのみを主とする地表流出と、一度地表から滲透して後下層土のやや不滲透性の面に沿つて流れ出る中間流出によつて流出量が構成され、総雨量が増大するに従ひ中間流出が増大して水みち付近と山腹下部は土層が飽和に近くなるから、従つて地表流出も大となる。更に総雨量が増大すると山腹の大部分の土層が飽和に近くなつて、それ以上の降雨は降つただけ全部流出するようになる。

3 流域の保留能力

各出水記録についてその出水期間中における最大保留量と、それに達した時刻までの累加雨量とを比較すると表 8、および図13の如くなる。

表 8 最大保留量と累加雨量

降雨番号	最大保留量	累加雨量	降雨番号	最大保留量	累加雨量
1	267	597	23	175	253
2	91	124	24	85	118
3	101	115	25	71	88
4	334	672	26	83	102
5	175	189	27	118	130
6	115	124	28	209	280
7	258	473	29	117	123
8	113	143	30	109	155
9	131	152	31	106	169
10	101	130	32	196	370
11	94	105	33	167	243
12	103	110	34	135	191
13	154	237	35	99	116
14	101	137	36	183	215
15	147	189	37	266	638
16	177	235	38	116	126
17	223	392	39	87	128
18	94	128	40	89	112
19	148	208	41	129	215
20	87	121	42	373	608
21	85	108	43	113	150
22	142	204			

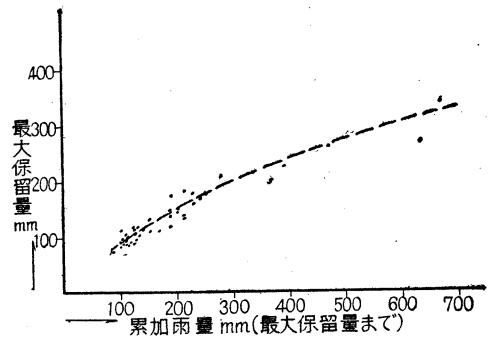


図 13 最大保留量と累加雨量

これによると最大保留量が 300mm 以上に達するものがあり、従来宝川などで測定された 150mm 程度より著しく大きい。最大保留量とそれまでの累加量との関係は大体拋物線状をなしており、点の散るのは降雨時間の大小と、降雨強度、流域の乾燥状態などがまちまちであるからである。また最大保留量のうちには次の如く地表お

よび流路を流れつつある水量が含まれる。

一般にある時刻における保留量は次の如く書くことができる。ただしその間の蒸発は無視する。

$$\text{保留量} = \text{累加雨量} - \text{累加流出量}$$

$$\text{また 保留量} = \text{土層保留量} + \text{地表貯溜量} + \text{河道貯溜量}$$

ここに地表貯溜量は降雨中または降雨後しばらく山腹を地表流下しつつある水であり、河道貯溜量は流域最下端までの河道を流下しつつある細長の貯水池水量と考えることができる。

これらは降雨が継続しかつ強くなる場合には次第に増加し、降雨が弱くなりまたやむときは次第に減少して降雨前の状態になる。故に一降雨後しばらく経過すれば大体

$$\text{一降雨後の保留量} = \text{一降雨後の土層保留量} = \text{滲透総量} - \text{中間流出量}$$

なお降雨初期において流域がやや乾いている場合には、その土湿不足を満たすまで土壌の初期吸収があり、そ

表 9 平均滲透速度計算表 (降雨ピーク後6時間以上のこと)

降雨 番号	総雨量	全降雨 時期	増水前		増水後降雨終了まで				保留量増加最盛期		平均 降雨強度	
			保留量 増加	時間	保留量 増加	時間	平均 滲透速度	平均 降雨強度	保留量 増加	時間		平均 滲透速度
1	729	159	37	18	182	141	1.3	4.9	177	77	2.3	5.3
2	133	42	2	5	83	37	2.3	3.5	61	17	3.6	4.6
3	117	19	65	11	29	8	3.6	6.5	29	8	3.6	6.5
4	179	135	21	32	73	103	0.7	1.4	62	47	1.3	1.8
5	729	139	33	16	306	123	2.5	5.7	284	69	4.1	8.1
6	199	36	17	15	151	21	7.5	8.7	150	16	9.4	11.2
7	128	39	19	10	83	29	2.9	3.8	87	16	5.4	6.5
8	579	225	21	10	212	215	1.0	2.6	211	127	1.7	3.6
9	162	48	4	12	91	36	2.5	4.4	93	22	4.2	6.7
10	153	76	39	29	89	47	1.9	2.4	85	35	2.4	2.9
11	148	131	18	4	68	127	0.5	1.0	57	25	2.2	3.1
12	110	18	31	7	58	11	5.3	7.2	58	11	5.3	7.2
13	110	16	28	7	67	11	6.0	7.4	67	11	6.0	7.5
14	252	112	13	12	107	100	1.0	2.4	138	52	2.6	4.4
15	147	91	26	16	47	75	0.6	1.6	46	35	1.3	3.2
16	191	73	33	6	113	67	1.7	2.4	36	13	3.7	4.5
17	236	130	45	18	125	112	1.1	1.7	95	34	2.8	3.7
18	392	167	46	29	174	133	1.3	2.5	113	20	5.6	7.8
19	143	52	20	6	46	32	1.4	3.8	73	28	2.6	3.9
20	216	62	12	3	107	59	1.8	3.4	131	40	3.4	5.0
21	135	32	12	1	61	31	2.0	4.0	70	24	2.9	4.8
22	103	57	15	6	75	51	1.4	1.6	48	19	2.5	3.4
23	205	38	5	4	129	34	3.5	5.8	129	34	3.5	5.8
24	253	46	16	12	159	34	4.6	7.0	159	34	4.6	7.0
25	142	72	1	15	82	67	1.2	2.1	79	33	2.4	3.7
26	108	41	14	8	42	33	1.3	2.8	55	13	4.2	6.0
27	103	22	3	2	80	20	4.0	5.0	80	20	4.0	5.0
28	131	25	40	15	75	10	7.5	9.1	75	10	7.5	9.1
29	420	192	17	7	259	185	1.4	2.2	149	34	4.4	1.5
30	163	68	29	7	81	61	1.3	2.2	26	12	2.2	4.7
31	188	100	9	6	92	94	1.0	1.9	70	24	2.9	4.6
32	380	191	21	30	166	161	1.0	2.2	90	22	4.1	7.0
33	253	107	4	3	138	104	1.3	2.4	157	58	2.7	3.8
34	196	46	22	9	105	37	3.1	4.7	105	37	2.1	4.7
35	118	47	29	17	63	30	2.1	3.0	70	20	3.5	4.3
36	217	70	14	21	161	58	2.8	3.5	128	36	3.5	4.6
37	653	190	1	3	250	187	1.4	3.5	202	86	2.4	5.4
38	133	60	22	13	75	47	1.6	2.4	78	36	2.2	3.0
39	129	39	12	5	70	34	2.0	3.4	51	13	4.0	5.7
40	125	69	18	6	60	63	1.0	1.7	65	38	1.7	2.6
41	221	105	12	4	93	101	0.9	2.0	69	38	1.8	3.2
42	599	109	8	2	223	107	2.1	9.1	289	81	3.6	12.1
43	152	24	3	3	107	21	5.1	9.0	107	21	5.1	9.0

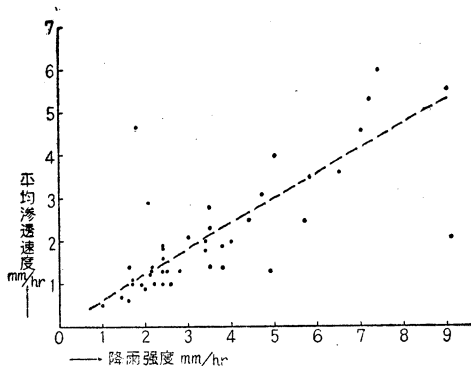


図 14 平均滲透速度と降雨強度との関係
(1) (増水後降雨終了まで)

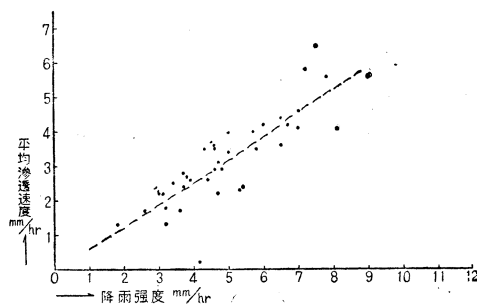


図 14 平均滲透速度と降雨強度との関係
(2) (保留量増加最盛期)

の後様な滲透が行われる。故に流域の乾濕程度によつて著しく異なる初期吸収を区分して、滲透総量を次の如く書くことができる。

$$\text{滲透総量} = \text{初期吸収量} + \text{平均滲透速度} \times \text{初期吸収後の降雨時間}$$

ここに初期吸収は降雨後ダム地点において明らかな水位上昇を生ずるまでの雨量、すなわち増水前の保留量増加がこれに相当するものと見て大差ない。

中間流出は火山灰土に被覆された本流域ではかなり大きいものと考えられるが、量水曲線よりこれを分離することは困難であるので、中間流出を相殺した見かけの滲透速度を仮定して次の如く式を書きかえる。

$$\text{一降雨後の保留量} = \text{初期吸収量} + \text{見かけの平均滲透速度} \times \text{初期吸収後の降雨時間}$$

この見かけの平均滲透速度（以下平均滲透速度と呼ぶ）を本流域について計算すると表9を得、これと平均降雨強度との関係を求めると図14の如くなる。

これによると平均滲透速度は大部分が2～3 mm/hr 内外、特別大きいもので5～7 mm/hr となつており、実際の流域平均滲透能はこの数値に中間流出を加えたもの以上である。次に保留量増加の最盛期だけを取り、中間流出の影響を少なくするとともに、滲透速度の最大限界すなわち流域の平均滲透能を見出さんとした。ただし強雨によつて急増した保留量には地表、河道の貯溜量を含むから、出水ピーク後数時間以上経過して、これらがほぼ流出し終つたと思われる時間までをとつた。この期間における平均滲透速度は3～5 mm/hr 内外が多く、特に大きいもので9 mm/hr 程度となつている。

図14によると降雨強度が増大するに従い滲透速度は増大しており、これより滲透速度の極限すなわち滲透能を見出すことはできなかつた。よつて流域の平均滲透能は9 mm/hr 以上で相当大きいことがわかる。

しかるに滲透能より小さい降雨強度で流出があるのは、流域の一部に特別滲透能の小さい部分、すなわち水みちがあつて、弱雨でもここからは流出を見ることが、本地域のような火山地帯の山腹では強雨時を除くと地表流出と区別し難い中間流出があり、中間流出の範囲が非常に大きいことが、そのおもなる原因であろう。

4 洪水到達時間

洪水到達時間については従来Rziha 公式がよく使用されている。今杖立川取水ダム流域についてこれを適用すると、表10の如く源流地点のとり方でその計算値が異なる。

表 10 Rziha 公式による洪水到達速度

河川名	水源位置	標高	堤頂標高	H	L	W	T
		m	m	m	km	km/hr	hr
田原川 本流	水源最高点	1,600	417	1,183	23.5	12.0	2.0
	溪底最高点	1,400	〃	933	22.5	11.0	2.0
	河床最高点	1,200	〃	783	21.0	10.0	2.1
志賀瀬川 本流	水源最高点	860	〃	443	21.2	7.1	3.0
	溪底最高点	800	〃	383	20.2	6.7	3.0
	河床最高点	740	〃	323	17.3	6.6	2.7

ここに $W = 72 \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6}$ $T = \frac{L}{W}$

標高をとつて、H/Lを大にしなければならぬ。これはわが国と流域や降雨条件の異なる地域で得られた実験式だからである。ここに本地域の洪水到達時間は大体2時間であり、前の降雨の影響と重なると1時間で到達する如く見られることもある。表11および図15はピーク時流量とそれの到達時間の関係を示したものである。

表 11 洪水到達時間とピーク流量

降雨 番号	洪水 到達時間 hr	ピーク 流量 mm/hr	降雨 番号	洪水 到達時間 hr	ピーク 流量 mm/hr
1	2	7.0	25	1	2.6
〃	3	7.0	〃	4	1.8
〃	4	9.3	26	4	3.0
〃	4	5.3	27	3	1.6
2	4	3.1	28	3	2.1
3	3	3.5	29	3	3.6
4	6	1.9	〃	1	5.1
5	3	8.6	30	3	6.2
〃	4	4.3	〃	4	6.1
6	3	3.4	31	3	3.0
7	4	2.1	〃	3	1.8
8	4	10.6	32	5	2.1
〃	2	7.5	〃	5	2.2
〃	3	1.9	〃	1	6.2
9	3	5.3	33	5	1.8
10	2	2.4	〃	3	2.8
11	2	2.2	34	5	2.4
12	2	2.7	〃	1	4.3
13	2	2.6	36	3	4.0
14	2	5.9	37	3	8.0
15	3	3.6	〃	3	2.8
16	3	3.0	〃	4	5.6
17	6	2.2	〃	3	4.9
〃	7	1.4	38	1	5.1
18	6	2.8	39	1	3.1
〃	1	7.4	〃	3	1.8
〃	4	1.9	40	2	1.8
19	3	2.4	41	3	3.0
〃	4	4.0	〃	2	3.3
20	4	2.6	42	2	24.4
〃	3	2.6	〃	2	8.6
21	3	3.5	〃	1	10.5
22	7	1.6	〃	1	17.5
23	3	6.2	〃	2	7.5
24	2	3.0	43	3	12.8
〃	2	6.2			

表10によれば田原川は志賀瀬川

より早く洪水が到達することになるが、小国林業試験場の上野氏によれば、あまり差がないということである。これは途中流路の状態を考えず、単に二地点間の高度差をとつたからである。また実際の到達時間に一致させるためには、河川の形態をなさない山頂付近の

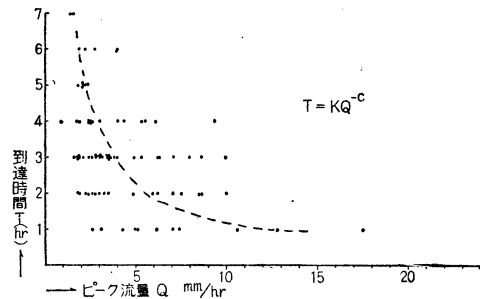


図 15 ピーク流量と洪水到達時間

これによると量水曲線のピークの小さい場合は到達時間6~7時間、大きい場合は1~2時間で、両者の関係は大体 $T = kQ^c$ の如く示すことができる。

ここに

$T =$ 洪水到達時間, $Q =$ ピーク流量mm/hr

$k, c =$ 常数

なお、表11の数値は $Q = 2 \sim 4$ mm/hr程度において $T = 3$ hrとなる場合が最も多い。 Q があまり大でないのに $T = 1$ hrとなつてゐるのは水源地方の水が到達したのではなく、前の雨の影響に付近のピーク流出が重なつたものと思われる。

5 降雨と出水ピークとの関係

従来使用された洪水算定公式 $Q = 0.2778f \cdot r \cdot A$ の r は、出水集中時間に降つた合計雨量を平均してmm/hrで現わしたものであり、これは流域の形が比較的細長

く、流域各部の水が一樣に集中する場合に適するが、本流域の如くその形が扇形で、水源地帯の面積が大きく水源地帯だけから流集する水によつて主として洪水ピークが構成される場合は、各到達時間に対応する面積毎に個

々に流量を計算しなければならない。なおこのような形の流域では、ある1時間だけの降雨ピークが、比較的明瞭に洪水ピークに現われることになる。よつて次の如く洪水ピークを分析するものとする。

本流域の如く各流路が放射状にダム地点へ集まり、かつ各流路が直線的である場合は、到達時間に対応する面積をダム地点からの直線距離によつて分割しても大きな誤差はない。ここに流速は河床の傾斜、障碍、流量などを考慮して上、下流一様と仮定する。

よつて図5のL-A曲線から、各到達時間に対応する面積を求めると表12の如くなる。

表 12 出 水 ピ ー ク 到 達 時 間 と 到 達 面 積

到達 時間	第 1 時 間		第 2 時 間		第 3 時 間		第 4 時 間		第 5 時 間		第 6 時 間	
	面 積	比 率	面 積	比 率	面 積	比 率	面 積	比 率	面 積	比 率	面 積	比 率
1	122.3	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	29.0	0.237	93.3	0.763	—	—	—	—	—	—	—	—
3	15.0	0.123	37.0	0.302	70.3	0.575	—	—	—	—	—	—
4	10.0	0.082	19.0	0.155	36.0	0.294	57.3	0.469	—	—	—	—
5	7.0	0.057	14.0	0.114	21.0	0.172	34.0	0.278	46.3	0.379	—	—
6	5.0	0.041	10.0	0.082	14.0	0.114	22.0	0.180	30.0	0.245	41.3	0.338

表12の値にそれぞれ対応する毎時降雨強度を乗じて合計したものは、流出率 100%とした場合のダム地点流量である。これはいわゆる pluviograph のうちのピーク部だけに類似するものであり、(野満氏河川学 p. 148) これと観測された実際流量とを比較すれば、ピーク時における総合流出率を得る。(この総合流出率を到達区域ごとに分析することは困難である)

以上の方針によつて計算したピーク時降雨強度とピーク流量の関係は表13および図16に示す如くである。これはピーク降雨のあつた前における保留量、特にその前3~4時間の降雨状態によつて影響を受けるので、図16においては流域の湿潤度を三種類に大別して比較した。

表13は流域を流れつつある水量を考慮したものであるが、ピーク降雨前の状態を計算に入れることができないこと、火山地帯では非常に大きいと思われる中間流出の影響が入つてないことは不十分である。

従来強雨時の流出率は80%程度と考えられていたが、本流域の如く火山灰土に蔽われた地域では、30%内外に過ぎない。

表 13 ピ ー ク 流 量 (mm/hr) と 到 達 降 雨 (mm/hr) の 合 成

降 雨 番 号	ピーク時降雨強度(上段)と到達降雨(下段)							ピーク 流 量	ピーク降雨前	
	1	2	3	4	5	6	合 計		保 留 量	3 時 間 雨 量
1	34.4	3.4	—	—	—	—	—	—	—	—
"	26.2	0.8	—	—	—	—	27.0	7.0	183.2	39.1
	14.3	10.4	9.3	—	—	—	—	—	—	—
"	8.3	3.1	1.1	—	—	—	12.5	7.0	230.8	33.6
	24.1	7.6	4.0	2.8	—	—	—	—	—	—
"	11.3	2.2	0.6	0.3	—	—	14.4	9.3	246.5	25.5
	25.8	5.8	11.0	6.8	—	—	—	—	—	—
2	12.1	1.7	1.7	0.6	—	—	16.1	5.3	202.5	6.5
	11.0	6.8	12.5	1.7	—	—	—	—	—	—
3	5.2	2.0	1.9	1.4	—	—	10.5	3.1	66.0	6.5
	12.2	11.1	9.9	—	—	—	—	—	—	—
	7.0	3.4	1.2	—	—	—	11.6	3.5	71.8	22.9

次ページへつづく

前ページよりのつづき

ピーク流量 (mm/hr) と到達降雨 (mm/hr) の合成

降 雨 番 号	ピーク時降雨強度 (上段) と到達降雨 (下段)							ピーク 流 量	ピーク降雨前	
	1	2	3	4	5	6	合計		保 留 量	3時間雨量
4	20.5	5.0	1.0	0.3	—	1.1	—	—	—	—
	6.9	1.2	0.2	0.0	—	0.0	8.3	1.9	65.0	10.7
5	33.4	23.7	9.0	—	—	—	—	—	—	—
	19.2	7.2	1.1	—	—	—	27.5	8.6	139.6	40.1
	26.8	16.6	2.2	7.2	—	—	—	—	—	—
	12.5	4.9	0.3	0.6	—	—	18.3	4.3	205.2	27.2
6	53.7	50.3	28.5	—	—	—	—	—	—	—
	30.8	15.2	3.5	—	—	—	49.5	3.4	34.5	18.3
7	24.9	8.6	10.6	14.2	—	—	—	—	—	—
	11.7	2.5	1.6	1.2	—	—	17.0	2.1	64.3	27.2
8	57.2	4.3	29.4	25.1	—	—	—	—	—	—
	26.8	1.3	4.5	2.0	—	—	34.6	10.6	50.4	10.3
	26.1	24.4	—	—	—	—	—	—	215.8	—
	19.9	5.8	—	—	—	—	25.7	7.5	—	17.2
	20.2	2.8	2.8	—	—	—	—	—	—	—
	11.6	0.9	0.3	—	—	—	12.8	1.9	213.1	3.3
9	29.9	11.5	15.2	—	—	—	—	—	—	—
	17.2	3.5	1.9	—	—	—	22.6	5.3	55.9	32.0
10	14.0	5.4	—	—	—	—	—	—	—	—
	10.7	1.3	—	—	—	—	12.0	2.4	98.5	20.4
11	12.7	10.1	—	—	—	—	—	—	—	—
	10.0	2.4	—	—	—	—	12.4	2.2	52.6	4.6
12	16.7	2.4	—	—	—	—	—	—	79.6	33.2
	12.7	0.6	—	—	—	—	13.3	2.7	—	—
13	24.2	6.5	—	—	—	—	—	—	75.4	28.6
	18.5	1.5	—	—	—	—	20.0	2.6	—	—
14	24.3	1.8	—	—	—	—	—	—	134.5	30.8
	18.5	0.4	—	—	—	—	18.9	5.9	—	—
15	29.6	5.9	9.3	—	—	—	—	—	46.3	16.0
	17.0	1.8	1.1	—	—	—	19.9	3.6	—	—
16	19.0	1.3	0.6	—	—	—	—	—	58.8	40.4
	10.9	0.4	0.1	—	—	—	11.4	3.0	—	—
17	9.8	2.7	1.3	1.7	0.3	0.6	—	—	136.8	15.5
	3.3	0.7	0.2	0.2	0.0	0.0	4.4	2.2	—	—
18	28.0	7.4	8.0	9.0	4.4	1.7	—	—	80.6	36.7
	9.5	1.8	1.4	1.0	0.4	0.0	14.1	2.8	—	—
	20.4	—	—	—	—	—	—	—	164.6	20.0
	20.4	—	—	—	—	—	20.4	7.4	—	—
	17.4	8.8	5.0	13.4	—	—	—	—	136.4	—
	8.2	2.6	0.8	1.1	—	—	12.7	1.9	—	6.5
19	10.2	0.3	1.9	—	—	—	—	—	69.6	25.4
	5.9	0.1	0.2	—	—	—	6.2	2.4	—	—
	5.8	4.2	3.2	1.8	—	—	—	—	89.1	11.0
	2.7	1.2	0.5	0.2	—	—	4.6	4.0	—	—
20	13.4	3.6	6.0	3.4	—	—	—	—	52.5	27.3
	6.3	1.1	1.0	0.3	—	—	8.7	2.6	—	—
	43.2	3.2	0	—	—	—	—	—	106.4	28.4
	24.8	1.0	0	—	—	—	25.8	2.6	—	—
21	9.0	4.9	2.0	—	—	—	—	—	84.1	13.1
	5.2	1.5	0.2	—	—	—	6.9	3.5	—	—
23	17.9	14.1	14.2	—	—	—	—	—	76.9	43.0
	10.3	4.3	1.7	—	—	—	16.3	6.2	—	—
24	19.0	18.8	—	—	—	—	—	—	23.8	10.8
	14.5	4.5	—	—	—	—	19.0	3.0	—	—
	55.5	52.0	—	—	—	—	—	—	65.0	17.9
	42.3	12.3	—	—	—	—	54.6	6.2	—	—
25	20.0	—	—	—	—	—	—	—	41.9	31.0
	20.0	—	—	—	—	—	20.0	2.6	—	—
	5.7	4.5	3.4	1.9	—	—	—	—	72.9	6.1
	2.7	1.3	0.5	0.2	—	—	4.7	1.8	—	—

次ページへつづく

次ページよりのつぎ

降 雨 番 号	ピーク時降雨強度 (上段) と到達降雨 (下段)							ピーク 流 量	ピーク降雨前	
	1	2	3	4	5	6	合 計		保 留 量	3 時 間 雨 量
26	12.1	4.5	9.5	4.5	—	—	—	—	45.9	26.4
27	5.7	1.3	1.5	0.4	—	—	8.9	3.0	—	—
	18.9	16.9	4.3	—	—	—	—	—	25.3	23.0
28	10.9	5.1	0.5	—	—	—	16.5	1.6	—	—
	18.0	6.5	10.5	—	—	—	—	—	58.4	16.6
29	10.4	2.0	1.3	—	—	—	13.7	2.1	—	—
	26.6	—	—	—	—	—	—	—	142.1	33.4
30	26.6	—	—	—	—	—	26.6	5.1	—	—
	12.5	11.6	7.3	—	—	—	—	—	185.2	11.4
	7.2	3.5	0.9	—	—	—	11.6	3.6	—	—
	26.5	10.2	2.8	—	—	—	—	—	55.4	24.9
31	15.2	3.1	0.3	—	—	—	18.6	6.2	—	—
	34.0	0	5.9	1.3	—	—	—	—	75.9	1.6
	15.9	0	0.9	0.1	—	—	16.9	6.1	—	—
	8.3	6.7	5.0	—	—	—	—	—	59.8	8.0
32	4.8	2.0	0.6	—	—	—	7.4	3.0	—	—
	9.7	0	0.1	—	—	—	—	—	97.2	19.4
	5.6	0	0	—	—	—	5.6	1.8	—	—
	9.4	5.1	4.2	3.2	5.0	—	—	—	30.4	1.0
33	3.6	1.4	0.7	0.4	0.3	—	6.4	2.1	—	—
	5.0	2.8	3.2	1.6	2.6	—	—	—	78.0	10.0
	1.9	0.8	0.6	0.2	0.1	—	3.6	2.2	—	—
	5.4	0.6	3.0	3.5	7.0	—	—	—	19.8	14.0
34	2.0	0.1	0.5	0.4	0.4	—	3.4	1.8	—	—
	8.8	5.9	4.5	—	—	—	—	—	97.6	12.5
	5.1	1.8	0.6	—	—	—	7.5	2.8	—	—
	18.0	15.5	4.1	13.8	5.0	—	—	—	21.6	17.4
36	6.8	4.3	0.7	1.6	0.4	—	13.8	2.4	—	—
	14.4	—	—	—	—	—	—	—	118.8	25.3
	14.4	—	—	—	—	—	14.4	4.3	—	—
	14.0	10.7	6.5	—	—	—	—	—	156.7	23.2
37	8.1	3.2	0.8	—	—	—	12.1	4.0	—	—
	37.0	1.4	2.4	—	—	—	—	—	147.2	33.3
	21.3	0.4	0.3	—	—	—	22.0	8.0	—	—
	21.2	1.4	2.7	—	—	—	—	—	188.8	6.5
38	12.2	0.4	0.3	—	—	—	12.9	2.8	—	—
	36.5	12.7	2.7	0.4	—	—	—	—	175.8	11.5
	17.1	3.7	0.4	0	—	—	21.2	5.6	—	—
	33.6	0.6	2.4	—	—	—	—	—	237.1	25.1
39	19.3	0.2	0.3	—	—	—	19.8	4.9	—	—
	16.0	—	—	—	—	—	—	—	102.2	24.0
	16.0	—	—	—	—	—	16.0	5.1	—	—
	16.5	—	—	—	—	—	16.5	3.1	—	—
40	8.8	5.7	2.5	—	—	—	—	—	67.5	7.8
	5.1	1.7	0.3	—	—	—	7.1	1.8	—	—
	16.0	11.8	—	—	—	—	—	—	52.4	10.9
	12.2	2.8	—	—	—	—	15.0	1.8	—	—
41	9.7	8.5	—	—	—	—	—	—	62.4	20.0
	7.4	2.0	—	—	—	—	9.4	3.3	—	—
	9.5	6.5	5.7	—	—	—	—	—	33.4	2.9
	5.5	2.0	0.7	—	—	—	8.2	3.0	—	—
42	88.3	36.7	—	—	—	—	—	—	239.5	16.5
	67.4	8.7	—	—	—	—	76.1	24.4	—	—
	40.1	—	—	—	—	—	—	—	168.8	80.8
	40.1	—	—	—	—	—	40.1	10.6	—	—
43	28.2	—	—	—	—	—	—	—	202.6	64.3
	28.2	—	—	—	—	—	28.2	8.6	—	—
	38.2	23.1	—	—	—	—	—	—	266.2	10.9
	29.1	5.5	—	—	—	—	34.6	7.5	—	—
	43.6	23.9	23.2	—	—	—	—	—	49.2	49.2
	25.4	7.2	2.9	—	—	—	35.2	12.8	—	—

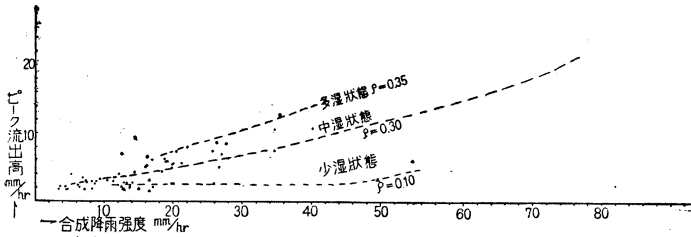


図 16 ピーク時降雨と流出の関係

図15によるとピーク時流出率は多湿時35%、中湿時30%、少湿時10%程度であつて、降雨強度にはあまり影響を受けてない。これは強雨による地表流出の増大が河道貯溜量の増加に向けられること、すなわち河道貯溜によるピークの調節作用が大き

く働くためと考えられる。ここに河道へ流入した水量は一定時間にダム地点へ到達する水量と河道貯溜を増大させるために向けられる。

故に出水ピークの流出率は強雨の場合でも河道貯溜の増大と地表流出の増加と相殺して、降雨強度にあまり関係ない如く見えるのである。なお河道貯溜量は減水期において河道流出に転じるから、降雨強度を到達時間によつて分解し、これをずらせて合成した pluviograph に一定の流出率を乗じても実際の流量と一致しない。

(註) 流域 500m 間隔に巾 5 m の流路が分布し、それが強雨によつて 1 時間 20cm 増水したとすれば、河道貯溜量増大に向けられた地表流出は 2 mm/hr に相当する。

以上の結果から本流域におけるピーク時流出率は洪水到達時間が 1 時間であつても、その 1 時間雨量の 35% 程度をピーク流量と予想することができる。ただしこれは山崩れなど伴つた土砂、流木混りの段波状態の場合を除くものとする。なおこのように小さいピーク時流出率は、粗鬆な火山灰土が厚く堆積した同様の火山地方には適用できるが、一般の山地流域には適用できない。

V 流域の変遷と出水との関係

筑後川が今回の水害に予想外の洪水量に達したのは、降雨量の特別大きかつた外に、流域の状態が変化していたことが関係しているといわれている。すなわち上流地域の河川改修、土地改良、道路の整備、森林伐採などが進んだため、出水が早くなつたと一般に考えられている。

資源調査会大島氏の調査によれば、筑後川流域の森林関係について次のような傾向を認めることができる。

林野面積の総体的変化はあまりないが広葉樹林が減つて針葉樹林がやや増加している。伐採量は逐年漸増の傾向にあるが、特に昭和 5～7 年頃新炭林が伐られ、昭和 12 年以降は全体的に著しく増加した。

造林量は昭和 6 年および昭和 11 年が多く、昭和 16 年以降は激減している。

治山工事は大正 11 年以降毎年ほぼ同程度に行われているが、終戦前後に空白期間がある。

林道施設は逐年増加しており、特に昭和 15 年以降と昭和 23 年以降に著しく延長している。

このような流域の変遷が小国地方では如何なる統計数字に現われているか、これを表 14、表 15 および図 17 に示す。ここに杖立川取水ダム流域だけの数値を得ることは困難であるので、流域の一部と流域外の一部を含む小国

表 14 小国町 5 年ごと統計表

年次	人口	戸数	耕地面積		道路延長	
			田	畑	林道	農道
昭和 5 年	11,905	2,012	930	250	41,100	72,000
10 年	11,508	2,113	〃	〃	43,100	73,000
15 年	12,540	2,390	〃	〃	43,500	73,500
20 年	14,043	2,601	〃	〃	46,500	74,500
25 年	15,189	2,715	〃	278	50,500	77,800
28 年	15,058	2,695	〃	283	52,500	78,200

町だけの統計値をもつて流域変遷の姿を代表させるものとする。(小国町役場報告による)

特に森林関係の各年数値は表 15 の如くであるが、資源調査会で得た数値と幾分の差があるので対比させた。

これによると著しい流域の変化は認められないが、人口の増加、終戦後数年の森林過伐、林道の延長増大は流出に影響を及ぼしたものと考えられる。この外農

表 15

年 次	小国町役場報告			資 源 調 査 会 調 査				小国町、南 小国村林道
	伐探 面積	造林 面積	伐探 石数	伐探 面積	造林 面積	伐探 石数	小国町、南 小国村林道	
昭和 5 年	72	40	14					3,630
6	78	41	15					1,360
7	80	41	15					4,845
8	82	42	15					3,105
9	74	42	15					1,470
10	73	44	15					1,260
11	75	45	15					440
12	77	45	16					0
13	82	45	17					0
14	81	44	18					480
15	87	46	18					0
16	89	46	17					11,722
17	91	46	17					2,618
18	86	47	17			18		2,260
19	80	48	17			19		0
20	88	50	18			13		0
21	98	50	19	47	39			1,200
22	102	50	21	95	38			0
23	111	55	21	215	39			1,000
24	117	100	20	93	91			2,500
25	120	120	20	86	133			2,300
26	135	200	20					2,000
27	141	142	20					2,010
28	150	181	20					

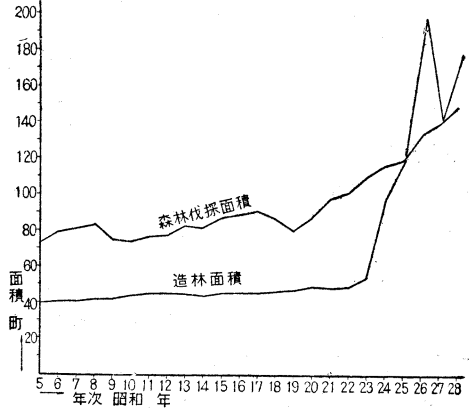


図 17 小国町森林伐採、造林面積の変遷

道、林道、牧道の整備、踏跡の増加など流出を早める方向にあることは確かであるが、この地方は小国林業として有名なだけあつて、昭和24年頃からの造林面積激増でもわかる如く、その管理はよく行届いて森林の荒廃などほとんど見られない。

この程度の流域変化が果して出水の記録に現われているかどうかは、出水の到達時間を比較して検討することができる。

まず大正年代における杖立川洪水到達時間を図9より求めると表16を得る。これより降雨ピークから杖立温泉付近の量水標水位ピークまでの時間は、2～5時間程度であつて、約8m上流の杖立川取水ダム地点における洪水到達時間とあまり差がないことを知る。

このように下流地点でもあまり遅れないのは、北里川その他近接流域の影響を受けるものと考えられるが、またこれは大正年代と最近における洪水到達時間に明らかな差を認め難いことを示すものである。

次に昭和年代25ヶ年間に洪水到達時間の変化があつたかを確かめるため、杖立川取水ダム地点における洪水到達時間がそれぞれ2時間、3時間、4時間であつた場合について、その際のピーク流量を年次別に図示すると図18の如くなる。もし洪水到達時間が早くなつていならば、ある到達時間に対応するピーク流量が低下しているはずである。

しかるに図18に示す如く各到達時間に対するピーク流量は明らかな年次的増減傾向を認められない。

ただ表11によれば最近数年において1時間で洪水が

表 16 杖立温泉地点洪水水位と洪水到達間時

降雨 番 号	時 期 年 月 日	総雨量 mm	最大降雨強度		最高 水位 尺	洪水到 達時間 時間
			2時間	1時間		
1	1917. 8 .12	213.2	95.4	—	14.2	3~4
2	1918. 6 .12	106.7	28.3	—	9.0	4~5
〃	〃 6 .15	152.2	43.4	—	14.8	3~4
3	〃 6 .23	103.1	28.0	—	7.6	2~3
4	〃 7 .10	224.3	24.4	—	13.5	4~5
5	〃 11 .5	79.7	29.4	—	10.5	2~3
6	1921. 6 .14	597.3	—	27.6	20.0	2
7	〃 7 .7	176.3	—	20.6	11.5	2
8	1925. 6 .24	223.3	—	15.6	9.4	5
9	〃 9 .17	126.9	—	14.3	7.8	5

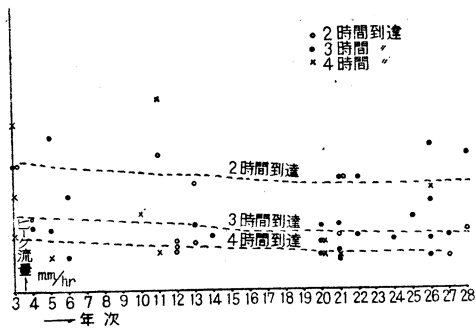


図 18 ピーク流量と到達時間の年次別変化

到達する例が増加していること、昭和12年以前においてはある到達時間に対するピーク流量の大きい例がいくつかあることから、流域の流出は幾分かは早くなっているものの如く推察される。

以上の結果は表14、表15に現われた小国町の各種統計数値と関係があると見てよいであろう。

Ⅶ 小国地方の出水と他地域との比較

1953年6月末の豪雨は小国地方において、連続1,000mm、最強時雨量88mmに達したのに、杖立川取水ダム地点における流域比流量は最大5.5m³/sec程度であつて、下流地方よりむしろ小さい。これは時雨量88mmとなつた前4時間の強度が25mmでやや減水していたこと、丘陵性の地形で厚い火山灰土、火山碎屑物の堆積層が、非常に大きい降雨保留能力を持つていたことによる。

しかしダム地点下流の大山川流域は、流域の管理良好で崩壊地など見かけないとはいえ、阿蘇熔岩の峡谷が日田付近まで続き、小国地方のような厚い火山灰土を欠くので、山腹保留能力が小で地表流出激しく、流域の拡がった割に比流量は低下しない。また小国地方の時雨量88mmに引続いて、その後の3時間に流域一帯100mm内外の強雨が連続したので、各地域はほとんど一齊に増水した。玖珠川流域についても大体同様のことがいえる。

従つて小国地方で観測された降雨強度が大きいと、主として小国の出水ピークが順次下流へ伝播したと考えられていたが、それだけでなく途中下流地域の降雨強度が連続して強かつたため、小国方面からの出水ピークと途中の激しい地表流出が重なつて、小国以上の出水ピークがこれより下流地域に出現したものである。

各地点の最高水位は筑後川中流部以上で11~14時の間にあり、降雨の最盛期は8~12時であつて、山腹の流去水が河道に到達するまでは相当の時間を要するが、河道における洪水波の伝播速度が大きいことが、下流の比流量を増大させているとも考えられる。

九州地方建設局が洪水痕跡より計算した各地の最大比流量は表17の如くである。また九州地方建設局、その他

表 17 各地比流量

地 点	位 置	流域面積	比 流 量
大 山 川 筋 千 張	玖珠川合流点より上流3.5km	578km ²	m ³ /sec/km ² 8.1
玖 珠 川 筋 金 場	女子畑発電所付近	550	6.8
筑後川狭窄部長谷	夜明ダム付近	1,362	6.8

各地の聞きとりによる各地の

最高水位時刻、堤防欠潰時刻

は表18に示す如く、その水位

変化の例は図19の如くなる。

表 18 最高水位および堤防欠潰時刻 (6月26日)

最 高 水 位		堤 防 欠 潰	
地 点	時 刻	地 点	時 刻
杖立川取水ダム	11時	五 和 村	11~13時
玖 珠 町	12時	大 石 堰 付 近	11.30~12時
女子畑発電取入口	11~12時	筑 陽 村	11.30~12時
日 田	13~14時	吉 井 町	12時
把 木 町	13時	朝 倉 村	13時
朝 倉 村 山 田	14時	江 南 村	14時

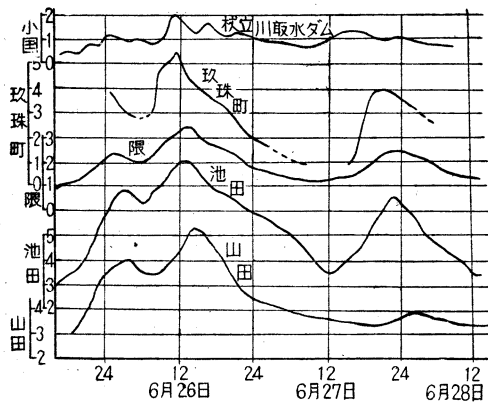


図 19 筑後川水系各地点水位変化

小国地方と比較して同じような火山灰土に被覆された流域の白川は、今回の大洪水に際して6~7 m³/sec/km²程度の比流量を示した。小国地方より流域が大きくてこのようになったのは、阿蘇南郷谷に生じた大崩壊に起因するものと思われる。

小国地方でも杖立川取水ダム流域の下流に隣接する北里川は、水源地方の涌蓋山山腹に崩壊があつたので、洪

水痕跡から推定するとダム地点流域に対して3倍程度の比流量に達した如くである。北里川水源地方に特に山崩れが発生したのは、阿蘇南郷谷と同じくその山腹傾斜が急であつたことが主因であり、土層の状態も山崩れを惹起し易い条件にあつたと思われる。

北里川洪水の痕跡は異常に高いが、崩壊土と河岸欠潰土砂、流木などが一時的のダムを作り、段波として襲来したためである。推定流速と断面から計算すると流域面積 14km^2 に対して比流量は $15\sim 20\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ に推定され、これが最大時雨量 88mm の80%を1時間流出に計画した数値とたまたま一致するので、本流域の復旧工事に際してこのような計画洪水量が考慮されている。これによれば従来5m内外であつた川巾が20m以上にもなり、細い谷底平野の水田はその過半が河川敷となつてしまう。故に防水林によつて洪水流勢を減殺する程度にして水田面積を増加し、同時に下流の出水を緩和する方策を検討する必要がある。

九州地方建設局が洪水痕跡から計算した白川の最高比流量は表19の如くであり、このうち含砂量がどれだけか明確にはわからないが、数%程度であるといわれている。南郷谷の山崩れ土量は林業試験場の調査によると、約 400万m^3 であり、この外沿岸の欠潰土量加わり幾分か粗大土砂は途中に沈積している。

表 19 白 川 最 高 比 流 量

地 点	流域面積	比 流 量
川 久 保	424 km^2	6.2~6.3 $\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$
上津久礼	427	7.3
龍 田 口	447	7.2~7.3

土砂の混入の外、崩壊した山腹土層下および周辺の地下水圧力が急に解放されて一時に湧出すること、同様に沿岸の欠潰地周辺からの地下水湧出、一時的堰止めによる段波の発生などが洪水痕跡を特別高めていることも考えられる。

Ⅶ 結 論

以上の結果から次の結論を得る。

1) 小国地方の豪雨は6月、7月に多く、特に6月下旬と7月上旬に集中している。筑後川洪水の時期もこれと一致しており、河川が氾濫しても耕土の流失、砂礫の堆積さへなければ、水稻作にとつては洪水後回復の時間的余裕がある。

2) 総雨量と総流出量の関係は大体二次曲線で示されるが、従来各地で実測された結果と比較して、小国地方の降雨保留能力は特に大きくなつている。ただし連続 400mm を越える雨量は、越えた分の全部が増水量として流出している。

3) 流域の最大保留量は 300mm 以上に達する場合があり、他地域で測定されたものに比し著しく大きい。なお最大保留量には一定の限度があるはずであるが、本地域で求められた記録からはその最大限が認められず、それまでの累加雨量が増大するに従つて大となり、全体として拋物線状の関係を示す。

4) 流域の初期吸収が終つて後、雨がやむまでの平均滲透速度は中間流出の影響で実際より小さくなるが、多くの例が $2\sim 3\text{mm}/\text{hr}$ 、大きいもので $5\sim 7\text{mm}/\text{hr}$ に計算される。また保留量増加の最盛期だけをとつて、その平均滲透速度を求めると、 $3\sim 5\text{mm}/\text{hr}$ 程度、特に大きいもので $9\text{mm}/\text{hr}$ 程度を示し、降雨強度の増大とともに滲透速度も大となるので、流域の滲透速度の最大すなわち滲透能を見出すことはできなかった。

5) 本地域の洪水到達時間は大体2時間で、Rziha 公式で計算したものよりやや早い。この公式は山頂付近からの平均勾配をとらないとわが国の河川に適合しない。

各降雨におけるピーク流量とその到達時間の関係は $T = kQ^{-c}$ で示す如く、 Q の大小によつてTは異なるが量水曲線から読みとれるTは $2\sim 3\text{hr}$ 程度の場合が多い。

6) 流域の形が扇形で、水源地帯の面積が大きい本地域では、主として水源地帯から流出する水によつて洪水

ピークが構成される。よつて各到達時間に対応する流域面積を仮定し、これに降雨強度をそれぞれ乗じてダム地点のピーク流量の原因となる合成降雨を mm/hr で示し、この合成降雨強度と実際流量を比較すればピーク時の流出率を得る。この数値は 0.1~0.35 となつて、流域の乾湿状態によつて異なるが、降雨強度にはあまり関係しない。

従来強雨時の流出率は 80% 程度と考えられていたが、本流域の如く火山灰土に蔽われた地域では非常に小さい。

7) 小国地方における流域の変遷が出水に影響したかどうかを検討するため、まづ小国町役場の統計を調べたところ、人口の増加、終戦後数年の森林過伐、林道の延長増大など、流出を早める方向にはあるが、著しい変化は認められず、特にこの地方は有名な林業地で森林の管理が良好である。

これに対し洪水到達時間の短縮傾向があるかどうかを出水の記録から調べた。杖立温泉付近の水位ピークは大正年代において降雨ピーク後大体 2~5 時間であつて、8 km 上流に当る発電取水ダム地点の昭和年代における記録と比較して特に遅いという明らかな差は認められない。

次に取水ダム地点の洪水到達時間と、その際のピークの流量の関係を年次別に比較しても、増減傾向は図に現われてない。ただ昭和12年以前と最近数年とを比較した場合、幾分か早くなつていて感じる程度である。

8) 1953年6月の洪水時において、小国地方の比流量は $5.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ と測定されたのに対し、下流筑後川の比流量は $7 \sim 8 \text{ m}^3/\text{sec}$ となつている。これは小国地方のピーク伝播と、その後下流一帯に3時間で 100mm 程度の強雨が續いて、その激しい地表流出が重なつたため、2~3時間遅れて下流地方のピークがこのように大きくなつたのである。なお小国より下流地域は厚い火山灰土の層を欠き、流域の滲透保留能力は小国地方に比してはるかに小さい。

ただし火山灰土に被覆された滲透能の大きい流域でも、山崩れを伴うものは比流量が非常に大きくなつている。阿蘇白川の比流量は $6 \sim 7 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度を示し、小国地方でも水源山地に山崩れがあつた北里川では、洪水痕跡から推定すると $15 \sim 20 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度の比流量に達したものの如く思われる。なおこの際の異常に高い洪水痕跡は、土砂、流木などによる段波の襲来に起因するものとも考えられ、この外崩壊土層の下底、周辺からの地下水湧出が甚だ多かつたことも推察される。

このような山崩れを伴う洪水まで堤防で制禦するためには、北里川などでは従来の川巾を数倍に拡げる必要があり、土地利用と下流地域の洪水緩和の点から考えて、好ましい方法ではなく、むしろ氾濫を予期した防水林などの対策が適当であろう。(金子 良)

熊本縣菊池郡G村の水害について

目 次

- | | |
|-------------|-----------|
| I まえがき | III 被害の分析 |
| II G村の水害の概観 | IV 応急復舊対策 |

I ま え が き

水害はあらゆる施設財産に被害を与え、その地域内の住民の生活の根拠をなしている経済活動を中断させ、あるいはその形態を変らせ、極端な場合には経済活動の主体をなす人命さへもうぼうものであるから、考察の対象として多様な側面を持つている。

政府や地方自治体が行う応急対策や復旧対策には、被害をうけたあらゆる側面に対する対策が一応打込まれ、これらに対し大なり小なりの財政的支出がなされる。かくて財政支出は驚くほど巨額に達することとなり、水害は財政上の大きな問題にもなる。これらの対策が適切なものであるかどうかは、被害をうけた地域内住民にとつても、対策を立案する政府や自治体にとつても、切実な意味を持つ。対策が時宜をえているかどうか、対策そのものとして適切であるかどうか、財政支出としてどこに重点を置くべきか、その支出の規模ほどのくらいが適当か、したがって補助率はどのくらいでなければならないか等多数の問題点がある。対策として適当であつても時期を失しては役立たないということもある。補助率が不必要に高かすぎることはさげなければならないし、低くて不十分なのはよくない。だから水害は自然科学的な研究の対象とならなければならないと同時に、社会科学的にもあらゆる側面が調査研究の対象とされねばならない。

あらゆる側面を調べあげた上で、一つの総合された結論が出されなければならない。そういう総合的結論に立脚した対策でなければ、かならず適切を欠き、思わしくない結果を招来する。つまり水害の実体が正確に把握されねばならず、被害が地域内住民の生活にどのような、またどの程度の影響を与えているかを正確に把握する必要があるのである。

他方において対策が巨額の財政支出に依存しなければならないという現実には、その水害の実体を正確に把握することをはなはだしく困難にしている。いまではあらゆる被害報告の被害額が実際の被害額と相当な開きがあること、対策として行われているものの中には便乗的なものや不正なものがかかりあることが一般に信ぜられるまでに至つている。

さらに被害地域と対策立案者たる政府や自治体の内部や中間で、官僚や政治家たちの予算分取りの勝手気儘な活動が行われ、ますます水害の実体や対策の適否を判断することを困難にしている。科学的な調査研究がもつとも必要であるにもかかわらず、調査を行うことそれ自身が困難であり、調査を行つても、正確な実体がつかみにくいのである。

本報告は総合的な結論を出すことを目的としているものではないが、比較的信頼できると考えられる一資料にもとづいて、被害の甚大であつた一つの村、熊本縣菊池郡G村において水害が地域民に与えた被害の性格を明らかにし、対策の適否を検討し、適切な総合的結論を出すための一助たらんとするにある。

Ⅰ G村の水害の概観

G村は白川中流部に沿う阿蘇外輪のなだらかな丘陵と、その間を流下する白川によつて形成された狭隘な沖積地からなる村である。総戸数694戸、総人口3,888人、内農家260戸よりなる。耕地は水田355町、畑165町、1戸当たり平均にすれば水田約1町、畑約4反5畝、平均経営面積は約1町5反である。水田はほとんど二毛作を行っている。役畜は牛30頭にすぎないから、平均経営面積が広いにもかかわらず、耕作は主として人力によつている。経営面積の3町以上に達するものも相当あり、かかる農家は常傭の農業労働者を使用している。常傭のいる農家が約40戸ある。

村の大部分は白川右岸に位置しているが、N部落だけは左岸にある。右岸の水田は白川上流瀬田村地先から取水する二つの用水、K井手、Si井手用水、G村地先から取水するT用水によつて灌漑されている。しかも大部分の水田はSi井手がかりで、K井手、T井手は主として他村がかりでG村関係は少い。しかも右岸水田は丘陵地帯に分布しているものが多く、白川の沖積地からなるものは少く、白川の洪水の影響を受けたところは限られ、左岸N部落の水田に比較すると被害は軽微であつた。用水からの溢水による冠水被害が多かつた。左岸N部落は家屋も水田も白川沖積地帯にあり、水田は隣村Ni村関係と合わせ約80町ばかりが一國地をなしてこの沖積地帯を形成し、Ni村地先より取水するSa井手で灌漑している。

この沖積地の背後は急峻な傾斜をもつて南方丘陵地帯に連なつている。この沖積地水田が渠下で最大な被害地の一つとなつた。不幸なことに家屋は左岸N部落と右岸を連絡する道路を挟んで分布していたため、沖積地上を溢流してきた洪水はこの住宅群と真正面から衝突し、家屋を流失せしめ、流失しないものは破壊し、住宅外周はもちろん内部までも1~2mの厚さに土砂を堆積せしめた。家屋群のために洪水は流下を阻げられ、逆流を生じてこれを迂回して流れたからである。水田も大部分は埋没田となり、厚いところは2m近く、平均して30~40cmの埋没と想像される。

白川の洪水の流勢がいかに強烈であつたかは、上記4用水の取入堰は全部流失し、G村内において白川を横断する橋梁は4ヶあつたが、村の中心とN部落と連絡する橋梁を除き、3ヶは流失したことから想像できよう。

村当局が発表した被害報告から、次節以下に必要な被害状況を掲げれば次のごとくであつた。

罹災戸数 175戸、人員1,092人。

家屋被害は表1のごとくである。

表 1

部 落	床下浸水		床上浸水		流 失		半 壊		全 壊		計	
	戸数	棟数	戸数	棟数	戸数	棟数	戸数	棟数	戸数	棟数	戸数	棟数
M	17	30	15	41	1	2	—	—	—	—	33	73
Ka	14	39	5	13	—	—	—	—	—	—	20	53
Si	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6
K	14	12	11	34	—	—	—	—	—	—	25	46
S	18	15	4	11	—	—	—	—	—	—	22	26
N	—	—	5	10	10	22	13	57	50	100	78	189
計	65	102	35	99	11	24	13	57	50	100	175	385

耕地流失埋没および冠水被害は表2のごとくである。

表 2

区 分	埋 没	流 失	冠 水	合 計	
田	M部落	50 ^反	25 ^反	255 ^反	330 ^反
	Ka "	5	20	270	295
	Na "	2	10	250	262
	Si "	3	10	280	293
	K "	130	30	250	410
	S "	20	35	245	300
	N "	400	—	—	400
計	610	130	1,550	2,290	
畑	300	—	—	300	
山 林	23	—	—	23	
	171	—	—	171	
宅 地					
合 計	1,104	130	1,550	2,784	

III 被害の分析

水害後この村に3回にわたり義捐金がきた。村当局はその都度一定の規準をきめ各被害者に分配した。その規準は3回とも異つているが、家屋被害の程度、耕地被害面積、および家族人員に一定の基本金額を乗じてその分配額を決定するというやり方である。この算定の基礎とした家屋被害と耕地被害面積はある程度信頼できる数字のはずである。対外的に発表した数字には信頼がおけないけれども、対内的に示された数字にはあまり嘘はないと考えられるからである。この数字があまりに不正確であつたら必ず村内から非難が起るはずであり、この村のように部落間に被害程度の大きな差異がある場合には一層正確が期せられていると考えてよいからである。われわれ

はこの数字から水害の実態を検討するのである。

(1) 家屋被害

各部落ごとの家屋被害点数を表示すれば表3のごとくである。点数は被害程度を示し、住宅を全部流失したものを5点、使用にたえないほど破壊したものを3点、半壊の甚だしいものを2点、半壊以下床上浸水までを1点として示したものである。

本表にみられるように、左岸白川に添うN部落の家屋被害が特に甚だしいことがわかる。職業別内訳をみると表4のようになる。

表 3

部落	点数			
	5	3	2	1
N	11 ^戸	11 ^戸	37 ^戸	30 ^戸
M	0	3	1	19
K	0	0	0	12
S	0	1	0	6
その他	0	1	1	3

表 4

部落と職業	点数				
	5	3	2	1	
N 部落	専 業 農 家	3	0	13	19
	給 與 所 得 者	4	1	11	7
	商 人	2	0	5	0
	そ の 他	2	0	8	4
M 部落	専 業 農 家	0	3	0	10
	給 與 所 得 者	0	0	1	3
	商 人	0	0	0	0
	そ の 他	0	0	0	6
K 部落	専 業 農 家	0	0	0	5
	給 與 所 得 者	0	0	0	5
	商 人	0	0	0	0
	そ の 他	0	0	0	2
S 部落	専 業 農 家	0	0	0	4
	給 與 所 得 者	0	0	0	1
	商 人	0	0	0	0
	そ の 他	0	1	0	1

右岸M, K, S部落には職業別に差異が認められない。左岸N部落には職業により被害程度に差異がある。給与所得者・商人・その他職業者と専業農家を比較すると、専業農家で2点以上の甚大な被害を受けたものの割合は、その他のものの割合に比し比較的少い。つまり専業農家の家屋被害より給与所得者その他の被害の方が大きいのである。このことは農家は比較的洪水に対し安全の位置に建てられており、その他の職業者の家は危険な場所に建てられていたことを示す。これを現地についてみるに農家は山添いの高位部に多いのに、その他は白川に近い道路に添って建てられており、この道路に直角に洪水流心が突当つたのである。このこ

とは、古くからある農家は昔からの経験により水害を考慮して家を建てているが、近頃建てられる家屋は水害に対する配慮が欠けていることを示すものである。

次に表5によつてN部落の専業農家の階層別家屋被害の分布を示す。

表 5

経営規模	点数			
	5	3	2	1
30反以上	—	—	—	2
30～25反	1	—	1	2
25～20反	—	—	3	9
20～15反	—	—	3	4
15～10反	2	—	5	—
10～5反	—	—	1	—
5～0反	—	—	—	1

1町以下の経営面積の被害農家はわずかに2戸にすぎないから例外として、それ以上のものについてみるに、大体として経営面積の小さいものほど2点以上の甚大の被害割合が大きくなつている。このことは経営面積の小さなものほど危険な場所に家屋を建てていたことを示す。農地改革後わずかな年数しかへていないから、経営面積がそのまま農家の生活程度を示すものとはいえないが、傾向として貧農ほど家屋被害が大きかつたといつてよいであろう。家屋被害は家具や衣類は勿論、農具肥料あるいは収納されている農作物の流失の程度を示すものといつてよいから、貧農ほどか

かる被害を激甚にうけたわけである。水害は麥の収納の直後に起り、収納麥と出来秋までの飯米の流失は大きな問題がある。このことは次に述べる耕地被害のところでもさらにその意味を明瞭にするつもりである。

(2) 耕地被害面積

部落別の被害面積、被害者の経営面積、その割合を示せば表6のごとくである。

表 6

部落名	戸数	田			畑			計		
		経営面積	被害面積	%	経営面積	被害面積	%	経営面積	被害面積	%
N	78	2,608	2,700	100	4,258	93	2	6,866	2,792	41
M	28	1,431	557	39	1,395	58	4	2,826	615	21
K	33	2,345	910	39	2,841	158	6	5,186	1,068	21
S	18	1,199	403	34	1,360	14	1	2,559	417	16
計	157	7,583	4,570	60	9,854	323	3	17,437	4,893	28

本村は今次水害において、熊本県下でもつとも被害の大きかつたところの一つである。外部に発表された被害統計においては流失田畑100町歩とされている。本表にみられるように実際の被害面積は大体その半分の50町歩程度である。この4部落の外にいくらかはあり、また他町村との出入作関係があるから上表をもつ

て正確な被害量とはいえないが、大体そのようにみてよいと思う。経営面積のうちに被害面積のしめる割合は村全体の被害をうけた経営の水田の60%、畑はわずかに3%、耕地合計では28%である。畑被害の少いことが今後生活の再建を容易にするであろう。部落別にみるとN部落の被害が圧倒的に大きいことがわかる。水田の全部が失われたことを示している。被害は実測面積で示されているので、台帳面積で示された経営面積より被害の絶対値が大きくていほどである。N部落では他部落より水田経営面積に対する畑経営面積の割合が大きいので、耕地合計においては41%の被害に止り、畑の存在が今後の生活の根拠となりうることを示している。N部落以外の3部落では水田被害も40%以下で、耕地合計において20%以下の被害に止つている。

各部落専業農家の階層別一戸当り被害状況は表7のごとくである。本表にみられるようにM部落を除き階層別被害割合には傾向的法則はない。M部落だけは経営面積の小さいものほど被害割合はしだいに大きくなつている。しかし他の部落にはそんな特徴はない。問題は残存面積にある。被害による耕地の減少はその割合が同じくでも階層別の農家にとってはその再生産や生活に及ぼす影響は異なるからである。経営規模の大きい農家にとってはある程度までの被害は再生産の規模を縮小せしめはするが、生活の維持を困難にするものではないであろう。本村におけるがごとく甚しく経営規模の大きい農家の多いところでは、経営規模の大きい農家はたんに雇傭労働を縮

表 7

	戸数	田				畑				計				
		經營面積	被害面積	%	残存面積	經營面積	被害面積	%	残存面積	經營面積	被害面積	%	残存面積	
		畝	畝		畝	畝	畝		畝	畝	畝		畝	
N 部落	30 反 以 上	2	131	138	100	0	219	1	0	218	350	139	40	211
	30 ~ 25 反	4	77	79	100	0	191	1	0	190	268	80	30	188
	25 ~ 20 //	12	88	91	100	0	128	3	2	125	216	94	44	122
	20 ~ 15 //	7	72	68	94	4	107	3	3	104	179	71	40	133
	15 ~ 10 //	7	41	45	100	0	77	3	4	73	118	48	41	77
	10 ~ 5 //	1	34	35	100	0	30	0	0	30	64	35	55	29
5 ~ 0 //	1	7	22	100	0	8	0	0	8	15	22	100	-7	
M 部落	30 ~ 25 反	1	116	28	24	88	154	10	6	144	270	38	14	232
	25 ~ 20 //	2	116	36	31	80	114	8	6	106	230	44	19	186
	20 ~ 15 //	3	91	36	40	55	94	7	7	84	185	43	23	142
	15 ~ 10 //	5	67	42	63	15	62	3	5	59	129	45	35	84
	10 ~ 5 //	1	40	—	—	40	53	—	—	53	93	—	—	93
5 ~ 0 //	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
K 部落	30 反 以 上	1	164	26	16	138	146	6	4	140	310	32	10	288
	30 ~ 25 反	3	106	56	51	50	170	—	—	170	276	56	20	220
	25 ~ 20 //	9	103	40	39	63	128	4	3	124	231	43	19	188
	20 ~ 15 //	7	80	31	39	49	95	4	4	91	178	35	20	143
	15 ~ 10 //	4	58	25	43	33	74	21	28	53	132	47	37	85
10 ~ 5 //	2	44	13	30	31	20	2	10	18	63	15	24	48	
S 部落	30 ~ 25 //	3	123	36	29	87	143	—	—	143	266	36	14	230
	25 ~ 20 //	3	96	35	35	61	110	—	—	110	206	35	17	170
	20 ~ 15 //	3	86	23	27	63	92	5	5	87	178	28	16	150
	15 ~ 10 //	4	60	18	30	42	73	—	—	73	133	18	14	115

小することにより、家族労働は残存耕地で充分に利用できるかも知れない。ところが経営面積の小さな農家では同じ割合の被害でも、残存耕地では家族労働に余分が生じ、生活を維持するためには、どうしても他にそれだけ労働収入を生ずる仕事を求めなければならなくなるであろう。この関係は階層別農家の家族1人当りの被害状況をみれば、一層明瞭になる。すなわち表8のごとくである。

表 8

	田			畑			計			
	經營面積	被害面積	残存面積	經營面積	被害面積	残存面積	經營面積	被害面積	残存面積	
	畝	畝	畝	畝	畝	畝	畝	畝	畝	
N 部落	30反以上	26	28	0	44	0	44	70	28	42
	30~25反	11	11	0	26	0	26	37	11	26
	25~20//	11	11	0	16	0	16	27	11	16
	20~15//	10	9	1	15	0	15	25	9	16
	15~10//	7	8	0	13	1	12	20	9	11
M 部落	10~5//	11	12	0	10	0	10	21	12	9
	5~0//	4	11	0	4	0	4	8	11	0
	30~25反	14	4	10	19	1	18	34	5	29
	25~20//	13	4	9	13	1	12	26	5	21
S 部落	20~15//	12	5	7	13	1	12	25	6	19
	15~10//	12	7	5	11	1	10	22	8	14
	10~5//	4	—	4	6	—	6	10	—	10
	5~0//	—	—	—	—	—	—	—	—	—

K, Sの2部落は家族人員のわかつている農家が少なく、本表に表示できなかつた。義捐金は家屋被害点数とその家族人員にある基本金額を乗じて算出され、それにさらに耕地被害面積にある基本金額を乗じたものを加算するというやり方をとつているので、家屋被害のないものは耕地被害があつても家族人員が調べられていながつた。K, S部落では耕地被害を受けたものでも家屋被害をうけたものは少く、家族1人当りに計算した耕地被害状況を階層別に表示できなかつたのである。N部落では耕地被害をうけたものはもれなく家屋被害をうけているので、(被害を受けなかつたもの

のは1戸もない)表6は被害農家の全数から算出できた。M部落では家屋被害をうけない農家が3戸あり、これらは家族人員がわからないので計算から除外せざるをえなかつた。

本表を1つの仮定をおいて考察してみよう。すなわち家族1人の生活を維持するに耕地の一定面積、たとえば2反歩を必要とするのである。N部落では水害以前において経営面積5反未満の零細農家だけが、家族1人当りの耕地面積が2反に満たなかつた。それ以上の経営を営む農家はすべて家族1人当り2反以上の耕地を保有していた。水害によつてどの階層も30~55%程度の耕地を失つたのであるが、かかる結果として経営面積25反以下の農家は家族1人当りの残存面積は1反6畝以下となり、自己の経営だけでは生計を維持できない農家に転落した

ことを示す。しかも階層の下にゆくにしたがつてその絶対量が小さくなり、ますます彼等は賃銀収入にたよるざるをえないところに追込まれていつたことを示している。N部落では全農家がもれなく被害をうけているから、部落全体として右のごとき傾向になつたと考えてよい。部落のほとんど全水田を失うほどの激甚な被害をうけているから、水田の復旧がなされるまでは食糧米さへも購入しなければならない。しかし経営面積の大きい農家では残存畑からの収入によつてこれをなすことができる。経営面積の小さな農家ほど家族1人当りの残存耕地が少いから賃銀収入によつてこれをなさなくてはならないであろう。さらに家屋被害のところでのべたように、保有食糧を流失した農家は階層の下級の農家に多いと想像せられるから、一層この点は強調せられる必要がある。水害は麥の収納の直後であつたから、さらにこの点は大きな問題である。家屋被害は下級農家に甚しく、家屋そのものはもちろん家具衣類農具等の被害も大きかつたと考えられ、これら必需品の購入のための支出も下級農家ほど相対的に大きいであろう。かかる事実を総合すれば、救済の主要対象が下級農家におかるべきであり、しかも当面の現金支出と現金収入におかるべきことがわかる。そうでないと被害耕地が復旧される頃は耕地は他人の手に渡つてしまうようなことにもなるであろう。

M部落においても同様なことがいえる。水害前においては経営面積1町歩以下の農家のみが家族一人当り耕地面積は2反以下であつた。水害後被害農家については2町以下の農家は1人当り2反以下の農家に転落している。M部落においては下級農家ほど被害面積が相対的に大きく、かかる傾向はさらに明瞭に現われているのである。家屋被害についてはN部落のようにはつきりした傾向はみられず、全農家が被害をうけたわけではないが、水害が階層分化を促進せしめるものであるということは明瞭に認められるのであり、この階層分化は水害後の現金支出の増大と、これにあつべき現金収入を自己の経営から求めえないという点にあるのである。

IV 応急復旧対策

ではこのような被害の実態に対し、どのような対策がとられたか。罹災者の収用は焚出しのような直後にのみ行われたものを除き、その後の生活や生産に関係する応急対策は大体次のごとくであつた。

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1 生活保護法の適用 | 2 義捐金、義捐物資の配分 |
| 3 仮設住宅の建設 | 4 N部落に対する給水施設の建設 |
| 5 宅地の排土 | 6 4用水堰の応急仮工事 |
| 7 N部落との連絡道路の復旧 | 8 水田の植付 |
| 9 緊急災害救助資金の借入 | 10 営農資金借入の申込 |
| 11 村財政資金の財務局よりの借入 | |

以下順を追つて次に説明を加えよう。

生活保護法は家族に給与所得者があつて、その収入が家族1人当り1,000円程度以上に達する家庭を除き、全罹災家庭に7, 8の2ヶ月間適用された。この金額は罹災の程度に関係せず、生活維持にも足りないものであるから、被害が甚しく耕地を多く失つた者や、もともと経営面積の少なかつたもので耕地被害を受け残存耕地では生活できないものほど生活に困難を感じたものと考えられる。被害が大きく生活必需物資や農具等の生産手段の購入に大きな支出を要する者と、しからざる者と差別なく一律な取扱いを受けるところに矛盾がある。

義捐金は3回にわたつて配分された。第1回は総額約100万円のうち宅地排土に20万円、N部落への給水施設費に20万円を除き、残額を罹災家庭家族1人当り200円、生活保護法を適用しない家庭に対しては1人当り300円、家屋被害点数(分析の項参照)1点当り1,000円、牛馬流失家庭(2戸)に10,000円の割で分配した。第2回には家屋流失家庭には家族1人当り2,400円、他は1人当り600円、耕地流失埋没水田1反当り490円、畑1

反当り30円の割で分配し、総額の約2割5分の金額を部落調整として部落にまかせた。その総計約133万円であつた。第3回は耕地流失埋没水田1反当り200円、畑100円、家族1人当り600円の割で分配し、部落調整に約23万円、合計約76万円であつた。このような規準で配分された義捐金は職業別に、農家においては階層別にどのようにゆき渡つたか。家族1人当り義捐金配分額を表9に示そう。この額のなかには部落調整分は算入されていない。したがつて実際はこれより2割程度多いと考えられる。他の部落の分は家族数がわかっているものが少く平均値が取れないので表示しなかつた。

表 9

	N 部落	M 部落
	円	円
専業農家		
30反以上	3,510	
30~25反	2,850	1,900
25~20 "	2,300	2,040
20~15 "	2,330	2,080
15~10 "	2,880	2,100
10~5 "	2,870	1,500
5~0 "	2,650	1,700
給與所得者	2,410	1,740
商人	2,520	—
その他	2,150	1,860

第1回目の義捐金の配分は主として家屋被害に重点が置かれた。第2回目は家族人員に重点が置かれ、耕地被害が加味された。第3回目は第2回目の方針が大体受けつがれたものと考えてよい。このような方針の転換から、前表にみられるように、あまり傾向のはつきりしない結果がでているのである。

農家についてのみ考えれば、われわれが11月中頃に調査した当時、なお當農借入資金は来ておらず、復旧工事は宅地耕土を除きほとんど着工されていなかった。したがつて生活保護法による援助金とこの義捐金が大きな生活維持のための現金収入となつていたと考えられる。この外は残存田畑

からの生産物の販売代金が考えられるが、N部落においては水田はほとんど失われているから、畑からの夏秋作の収穫、流失しなかつた収納米麥よりの収入に依存しなければならなかつたと想像される。かかる観点からみると残存耕地の絶対量の多い経営面積の大きな農家ほど生活維持は比較的楽であるが、経営面積の少い農家ほど困難であつたと考えられる。ところが配分された義捐金額には経営面積によつてなら傾向性はでない。さらに生活保護法による収入を加えても1人当り5,000円程度であるから、小経営の被害農家は被害の復旧はもとより、借金をせずに7月より11月までの生活維持ができたかどうかは甚だうたがわしい。耕地の復旧ができる頃にはその耕地が人手に渡るというようなことがないとも限らないのである。

家屋被害の甚しいものに坪当り12,000円5坪の仮設住宅が与えられた。G村への割当は27棟、内4部落への割当はN部落14棟、M部落4棟、K部落1棟、S部落1棟である。家屋被害点数2点以上の戸数はN部落49戸、M部落4戸、K部落なし、S部落1に対し、仮設住宅数の割合は甚しく不釣合であることがわかる。その理由は明白ではないが、村政の現状を反映しているものであろうか。

N部落への給水施設は、N部落の井戸が全部埋没したためこれに代るものとして簡易水道施設を新設したものである。

N部落の宅地の排土は大体住宅内より外部へはその居住者が行い、住宅周辺よりの排土はブルドーザとトラックによりはじめは県が、後には建設省が行つている。居住者による排土には緊急災害救助資金より100万円、義捐金より20万円の支出が行われた。これらは男270円、女220円の割で支払われたから被害者の現金収入の大きなものである。

決壊し去つた4ヶの用水取入堰の仮設はその年の米の生産を規定するものであるから、ひどい被害家庭を除き各戸に出役を割当て、連日400人内外の人力夫を使用して行つた。水流のために締切が困難であつたが、K井手は8月上旬、Si井手は8月中旬、Sa井手は8月下旬にようやく通水できるようになつた。T井手掛りはSi井手の分水を受けられる位置にあり、この地域の人々はSi井手の工事に出役した。水害当時のお水田の4割程度は植付を完了していなかつた。これらの植付を完了せしめ、用水の通水までは天水によらざるをえず、Si井手掛りには20町歩

内外陸稲に切り換えたところもある。この仮設締切工事は村内住民の割当出役と村外からの援助によつて行われたが、工事出役人夫賃の出所がなく、11月調査当時はそのままになっていた。この工事は県の用水復旧工事の仮締切工事として利用されることになっており、県営工事の着工後人夫材料費等の支払いが行われるはずである。

N部落との連絡道路は県道であるから、その復旧費の支出は当然県において行われるべきであるが、早急の支出がなされえず緊急災害救助資金より50万円の立替支弁で行われた。このどれだけかは人夫賃として被害家庭の生活維持に役立つはずである。

緊急災害救助資金として600万円の借入が行われた。この使途は前記仮設住宅に対し162万円、宅地排土に対し100万円、N部落給水工事に対し50万円、県道復旧立替費50万円、この外飯米貸付100万円、衛生保健関係350万円、災害雑費100万円、上京陳情費50万円等である。最後の2項目は接待運動等の費用である。これによつて、この資金が被害者の生活維持のためには比較的僅かしか使用されていないことがわかる。

この村では営農資金の借入申込がおくれたため、調査当時なお被害者の手には入っていないかつた。つまりもつとも現金を必要とする時期には役立たなかつたのである。

村財政資金としては財務局より100万円の借入が行われている。

G村における土木耕地関係水害復旧工事は次のごとくであつた。

県営で行われるものとしては橋梁1、道路2、工事費約2,400万円、N部落耕地復旧約1億3,300万円、このなかには農地復旧工事のほか頭首工、水路工、道路工等が含まれる。反当工事費16万円程度である。

村営または実質的に部落営で行われるものとしては橋梁3、道路2、このうち橋梁2ケの工事費を知るをえなかつたが、その他を合計すると約80万円、耕地関係としてはM、K、S3部落その他で約1,900万円である。

以上の外に用水関係土地改良区の井堰水路等復旧工事としてK井手約4,700万円（G村は比較的関係は薄い）Si井手約7,500万円（これはG村が主である）T井手約4,600万円（G村は比較的関係は薄い）がある。

以上を合計すれば、約3億4,500万円の工事量となる。土地改良区関係を除いても1億7,700万円に達する。このような巨額に達する工事が今後3ケ年にわたり施工されるのである。これを2つの側面から考察してみたい。

第一は補助率の問題である。これらの工事は9割という高率補助によつて行われるのであるが、この補助は誰の利益になるか、これがまず問題である。まず農地復旧について考えてみるに、さきの分析にみられるように自己の力によつて復旧できるものと、復旧能力を持たないものがある。たとえば経営面積が大きく被害率の小さな農家は自己の力だけでも復旧可能であろう。経営面積が少く被害率の大きな農家では自己の力だけでは不可能である。また同じ被害率でも経営面積の大きな農家ほど復旧は容易と思われる。経営面積の小さな被害の大きな農家に対しては九割補助でも足りない場合もあろうが、経営面積の大きな被害の小さな農家に対し9割もの補助が本当に必要なのであろうか。同じ被害率の場合でも経営面積によつて補助率を変えるのが至当ではなかろうか。経営面積や被害率に対しなら考慮せず同率の補助を行う現在の政策は、いたずらに財政支出を増大させ、かつ経営面積の大きなそれほどの補助を必要としない者を利益せしめ、真に必要とするものに対しては充分な工事を施工してやれないことになりはしないだろうか。

頭首工、道水路工等の農用公共施設の復旧に対しても同様なことがいえる。耕地流失埋没被害の大きく、生活の苦しいものには負担額を減じ、被害の少い生活の楽のものには負担額を増すということではできないものだろうか。さらにN部落関係のように耕地被害の大きなところも、K、Si井手用水掛りのように耕地流失埋没もほとんどなく作付もどうにかやれたところも、その公共施設復旧の補助率が同じであるということは矛盾していないだろうか。後者には地元負担を相当課しても差支ないのではなかろうか。また同率高額補助率は工事量をいたずら

に増大せしめ、便乗的工事を計画させることにもなるであろう。

道路や橋梁のような公共施設に対しても、被害の甚大な地域とそうでない地域では補助率を変えるべきではなからうか。

第二はこれらの工事の人夫賃の問題である。これらの諸工事にどれだけ人夫賃が計上されているか調べることはできなかつたが、仮りに3分の1としても1億1,500万円、土地改良区関係を除いても6,000万円という巨費である。これらの人夫賃が被害者の手に渡るとすれば彼等の生活再建に大いに役立つであろう。ことに被害が大きく経営面積の小さな農家に対しては重要な収入源をなすであろう。だから被害が大きく生活の苦しい家庭よりの人夫を優先的に使用せしめるような方途を政府として考慮する必要がないだろうか。もちろん放置して置いても、そういう傾向になるであろうが、政府として積極的にこれを推進せしめ、はつきりさせるべきではなからうか。

次に人夫賃単価の問題がある。これら工事設計に計上されている人夫賃は200~230円という低いものである。9割補助というような高率補助は経営面積の大きな者に甚しく有利なものであるが、さらに右のような低い人夫賃でこの工事が行われるとき、生活の苦しいものの犠牲によつて経営面積の大きなものの財産や施設（公共施設でも経営面積の大きなものほど利用度が大きい）を復旧してやることになりはしないだろうか。人夫賃を低くすることによつて工事費を少なくし財政支出を減少せしめんとするような政策をやめ、被害程度と生活の難易に応じて補助率を変えることにより財政支出を減ずるような政策をとるべきではなからうか。かかる政策によれば自発的に便乗的工事を減少せしめうるから二重に財政支出は減少せしめうるであろう。

11月調査当時なお復旧工事はほとんど着工されていなかつた。設計ができていなかつたためである。被害者の生活のもつとも苦しく人夫賃による金銭収入のもつとも必要な時期は、水害直後から数ヶ月の期間であろうと思う。この時期に復旧工事による金銭収入がほとんどなかつたということはいかにも残念なことであつた。なんらかの措置が考えられないものであろうか。

以上より引出される一般的な結論としては、応急復旧対策はもつと被害者の生活の実態にそくし、真に援助を必要とするものの生活の再建にのみ役立つものでなければならず、そういう政策がなされる場合にはかえつて財政支出を減少せしめうる見込があるということである。（新沢嘉芽統）

農業水利施設の災害に関する研究

目 次

I 取入堰の形態	3 揚 庄
II 溢流の状態	4 水 庄
III 取入堰破壊の原因	IV 付帯構造物
1 床端の洗掘	V 結 論
2 滲 透	

I 取入堰の形態

調査した水害地域内（主として筑後川水系，白川水系，那珂川水系）にあつた農業用水取入堰を形態により大別すると，傾斜堰床式石積堰堤（傾床式），および水平堰床式重力コンクリート堰堤（平床式）の二種であつた。

傾床式は古い時代に，人力をもつて塊石，石礫を堆積し，扁平な三角形断面を有するもので，上流面は急傾斜1:1以下で，下流面（傾床）は緩傾斜1:7乃至1:10，筑後川の中流下流に設けられた大石堰，恵利堰の如き1:70にも及び，堰の上流と下流の河床に若干の落差がある。それは築造後年数を経るに従つて，上流河床は上り，下流河床は下つたため逐次傾床を継ぎ足していつたためであると思われるが，なお床端は深く洗掘せられつあつた。

大石堰を例にとれば，傾床の表面は重量0.7～1.2トンの巨石を入念に敷きつめ，大体長径を縦にし，充分噛み合わせてあるが，その下部すなわち堰体内部は小径の河石を積み，その間隙は砂礫をもつてつめ，更に微細なる泥土が混んじて，空隙はほとんど密閉され，従つて透水性は案外小さい（写真1）。恐らく築造の際には河床を横断して（流れの方向に対して斜断）数列の杭を打ち，これを支柱とし，付近の河床から石礫河石を集め，扁平三角形断面に堆積し，その表面に巨石を敷きつめて被覆したものであつて，石の間隙に粘土あるいは二和土をつめたともいわれるが，真偽は審かでない。むしろ洪水時，濁水と共に浸入した微細な土砂が自然に沈殿してつまつたと見るべきであろう。洪水の際，後述の如く流勢により表面の巨石がしばしば引き抜かれ，その都度修理を行う傾を避けるため，近年になつて表面巨石の間隙（目地）をモルタルでつめた。

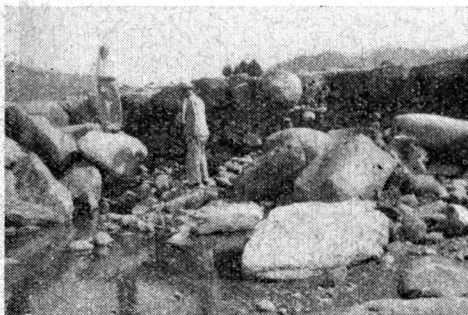


写真 1

表面巨石は付近の河床に散在するものより遙かに大きい故に，遠方上流の河岸あるいは河床から採集運搬したものと思われ一説には付近の古墳を発掘して採取したともいわれる。

下流の山田堰，恵利堰にあつては，傾床表面の石は長径50～70cmの河石を用い，大石堰のものに比して遙かに小さいが，長径を縦にし入念に敷きつめ，その上をコンクリートで張つてある。大石堰は決潰，山田堰は無難，恵利堰は一部破壊した。筑後川中流三隈堰も，ほぼ同様の構造であつたが，最近改築に当り，木枠を用いて石を積み，堰頂部をコンクリートで補強し，床端より下流に沈床床固工を施工して，河床の低下を防止したため，今回被害を免かれた。

白川に設けてあつた取入堰は，いずれも傾床式石積堰であつたが傾床の傾斜1:5内外であり，表面はコンクリート練積であつた。内部の構造は審かでないが，所在の塊石，河石を積み，その間隙には小礫をつめ，また自

然に細砂泥土がつまっていたと想像せられる。河床の勾配が急であり、阿蘇山腹の大崩壊により莫大量の土砂を混じ、急激に流下して来た洪水のために深く水没し、一つ残らず決潰すると同時に、強大な掃流力のため、一掃されてしまった。

これらの旧式傾床石積堰は、濁水時に透水性河床を流れる地表流水を速かに取入口に誘導するためと、洪水時に水流に対する抵抗を緩和するために、いずれも流れを斜断する方向に造られ、従つて川幅よりは長い。

那珂川の番托堰も同一形式であつたが、両岸に取入口があるため、河床を直角に横断する方向に設けられ、また下流部にあるため、河床は花崗石の風化した粗砂より成り、これを横断して木矢板を立て、その下流側に河砂（多少粘土を含む）と1~1.5尺³内外の立方形に近い切石を混じて堆積し、傾床表面を前記の切石で張つたもので、恐らく初めは二和土をもつて練積にしてあつたと思われるが、近年改築の際に厚さ30cm内外のコンクリート床板で張り、流勢を抑制するため、特に0.5~1m間隔に石を突出せしめてあつた（図1）。

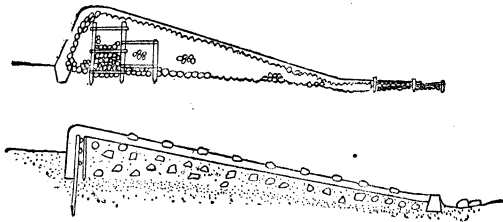


図 1

平床式は傾床式が洪水のたびに破壊流失するため、近年になつて改造したもので、直立した重力式コンクリート堰体と、その下流につづく水平な堰床（前床）から成り、応力計算を行つて安定を確め、規準による滲水路長から堰床の長さ、遮水壁の深さ等を設計した上、築造したに拘らず、予期せぬ原因のため破壊流失

したものである（玖珠川諸堰）。なほこれらの堰は流れに直角の方向に設けられていた。

Ⅰ 溢流の状態

以上の如き二種の形態の取入堰を河水が溢流する場合に、次の如き種々の状態がある。

A 傾床式の場合（図2）

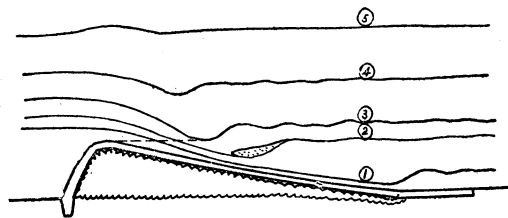


図 2

① 溢流水が薄層をなして、傾床上を射流状態で流下し、床端において跳水を起す（完全溢流）。

② 流量が増し、溢流水深が増すに従つて、下流水深も増し、傾床の中部において射流状態の流下水と接触して、跳水を起し、表面渦を生じ、それより下流は波状水面を形成する（完全溢流）。

③ 溢流水深が更に増すと、下流水深も増し、堰頂に接近して、波状水面が発生する。下流水面が遂に堰頂を越えても、第一波の波底が堰頂と同高になつた時を完全溢流の上界とし、それより高くなると不完全溢流となる。

④ 溢流水深が一層増して、波状水面の第一波の波底が溢流水深の2/3以上に上る、これを越流と称する。

⑤ 水没が甚しく深くなると、堰頂の上の水面が僅かに隆起あるいは低下するのみで水面に変化がない。

B 平床式（図3）

① 溢流水深がはなはだ小さく、溢流水は薄層をなして堰体前面（下流面）を流下し、平床上において僅かに水深を増しつつ、床端に至つて跳水を起す。普通床端は洗掘されている故に、跳水を起さず流下あるいは注下することもある（流込み流）。

② 溢流水深がやや増し、平床上において堰趾に接近して跳水が起り、水深を増し緩流となつて流下する。

③ 溢流水深がさらに増し、下流水深も増して、跳水が堰体前面に接近して起り、表面渦を生じ、それより

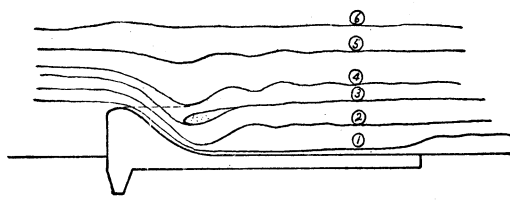


図 3

下流は波状水面を形成する。但し下流水深は下流河床の勾配に支配せられる。

④, ⑤, ⑥は傾床の③, ④, ⑤に当り, 不完全溢流から越流に変わる。

これらの状態は流量から溢流水深を算定し, あるいは溢流水深から流量を算定する上に重要なのみならず,

堰床に対する揚圧, 堰体の安定を検定するためにも必要である。

III 取入堰破壊の原因

1 床端の洗掘

前記のいずれの溢流, 越流の状態においても, 堰床面を流下する水流が, その床端を離れて, 凝集性の弱い砂礫より成る天然河床に移る場合に, 必ず洗掘が起る。洗掘作用は水流の角度および流速の外に, 流量に関係するから, Aの①で射流の水深が相当大きくなった状態で最も洗掘作用が大きく, Bにおいて平床上の流れは水平であつても, 床端で底渦を生ずるために洗掘が起る。

床端洗掘の機構に関する理論的および実験的研究は, 既に多くの学者によつてなされている故に省略する。しかしながら現実の問題として, 今回破壊した取入堰について見ると, 洪水の溢流または越流によつて床端洗掘が拡大し, 且つ堰床下を上流に向つて進行(後退)した事実が認められた。その原因は流量が多かつたことも一つであるが, 同時に水と共に流下し転動して来た石礫や流木が渦流と混じて河床を攪乱したことも洗掘を促進した他の一つの原因で, それは単なる水力学的的作用ではない。

堰床下に洗掘が後退して空洞を生じたことは, 直ちに堰床の挫折を誘致し, それによつて不規則な乱流や渦流を発生せしめ, さらに堰床下の石礫, 河床の土砂を攪乱して空洞を拡大し, 次第に堰床を破壊して, 遂に傾床式ならば堰頂部, 平床式ならば堰趾部付近に達する。そしてその残存部は上流側から加わる静水圧および動水圧のために安定を失い, 転倒潰滅するに至るのである(図4a, b)。

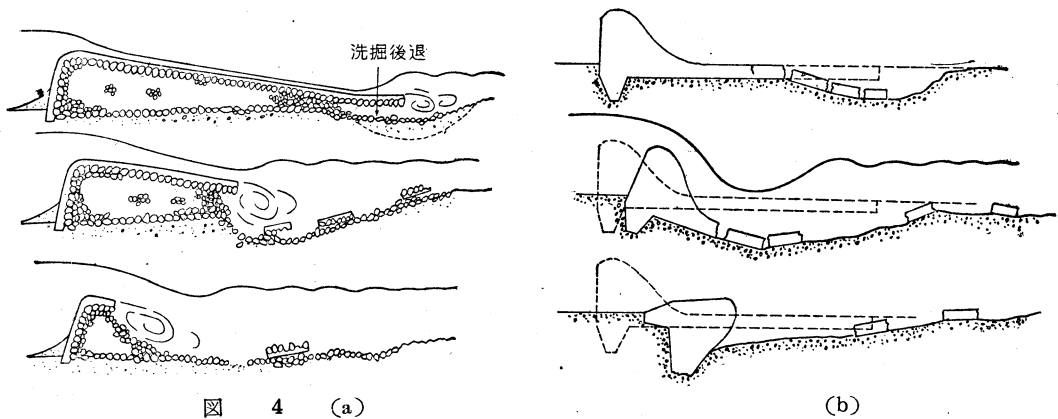


図 4 (a)

(b)

堰床が挫折すれば, その下は単なる石礫の堆積あるいは河床の砂礫なる故に容易に崩れ去り, 洗い流される。また床板の破片は浮力のため重量を減じ, 且つ扁平で水圧を受ける面が広いから, 激流や乱流のため押し上げあるいは押し流される。

2 滲 透

今回破壊した取入堰は、すべて石礫または砂礫から成る透水性基礎の上に設けられていた。それ故に堰の上下流に水頭の差を生ずれば、基礎地礎たる透水層内に滲透が起る。これは一種の二次元ポテンシャル流と考えることができ、その最も簡単なる場合、すなわち透水層の深さが無限で、堰体堰床の下面が水平なる場合には、流線は上下流両端を焦点とする同焦点楕円群(1)であり、等ポテンシャル線は同一点を焦点とする双曲線群(2)である(図5)。

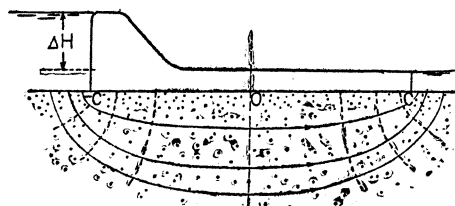


図 5

$$\frac{x^2}{C^2 \cosh^2 \alpha \psi} + \frac{y^2}{C^2 \sinh^2 \alpha \psi} = 1 \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{x^2}{C^2 \cos^2 \alpha \phi} - \frac{y^2}{C^2 \sin^2 \alpha \phi} = 1 \dots\dots\dots(2)$$

但し $\alpha = \frac{\pi}{k \cdot \Delta H}$ k は滲透係数

堰底面に沿う水平分速度は

$$v_x = -\frac{\partial \phi}{\partial x} = -\frac{k \cdot \Delta H}{\pi} \frac{1}{\sqrt{C^2 - x^2}} \quad |x| < |C| \dots\dots\dots(3)$$

中央 $x = 0$ においては $v_x = -\frac{k \cdot \Delta H}{\pi C}$ であるが、 $|x|$ が $|C|$ に近づく程、すなわち上下流両端に近づく程増し、両端付近で急に大きくなる。 $v_y = -\frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$ なる故に垂直分速度はない。

中点 O を通る垂直線内においては

$$v_y = \frac{\partial \psi}{\partial x} = 0 \quad v_x = -\frac{\partial \psi}{\partial y} = -\frac{k \cdot \Delta H}{\pi} \frac{1}{\sqrt{y^2 + C^2}} \dots\dots\dots(4)$$

y が増し堰底を離れるに従つて流速は減ずる。この断面を通過する滲透流量すなわち堰堤下の滲透水量は単位幅につき

$$Q = \int_y^0 -\frac{k \cdot \Delta H}{\pi} \frac{1}{\sqrt{y^2 + C^2}} dy = \frac{k \cdot \Delta H}{\pi} \sinh^{-1} \frac{y}{C} = \psi = \frac{k \cdot \Delta H}{\pi} \log_e \left(\frac{y}{C} + \frac{\sqrt{y^2 + C^2}}{C} \right) \dots\dots\dots(5)$$

堰堤の上下両端の外における流速は

$$v_x = -\frac{\partial \psi}{\partial y} = 0 \quad v_y = \frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{k \cdot \Delta H}{\pi} \frac{1}{\sqrt{x^2 - C^2}} \quad |x| > |C| \dots\dots\dots(6)$$

依つて床端より下流において ($x > C$) 河床面より吹上げる流速は、床端を離れるに従つて減ずるが、床端に接近すると急に大きくなることを示す。

これを要するに滲透係数が一定なる場合、滲透速度および流量は水頭差に比例して増減するけれども、不透水構造物の下面に接近した部分では速度が大きくなり、それより離れるに従つて速度を減じ、堰床下流端においては流線が密集し、流速が最も大きい、このことは床端の洗掘と関係を有する。

また滲透速度は堰堤下面の長さ $2C$ が増すに従つて減ずる故に、滲透速度を抑制するため、 C を長くする方法として、堰堤下に遮水壁を入れあるいは矢板を打つが、これによつて流線の形は変り(1)乃至(6)の式はすべて変る。これを理論的に追跡する繁を避ける便法として、電気モデルによつて等ポテンシャル線を探り、流線網を描けば、単位幅当り滲透量を次の如く推算することができる。

$$Q = \frac{m}{n} k \cdot \Delta H$$

m : 流路にはさまれた流管の数、 n : 流線と等ポテンシャル線に囲まれた目すなわち 1本の流管内の目の数

k : 透水層の滲透係数、 ΔH : 流管の両端の水頭差

当教室においては、アカダクを塗布した紙片を使用し、電気モデルを作り、種々の場合の流線網を描くに成功した(図6)。

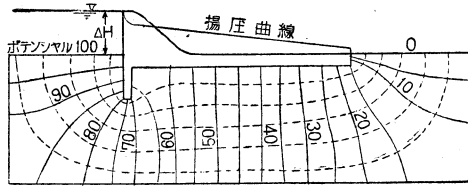


図 6

図において $n=20$ $m=5.3$ $k=0.0003\text{m/sec}$

$$\Delta H = 2.5\text{m} \quad Q = \frac{5.3}{20} \times 0.0003 \times 2.5$$

$$= 0.000198\text{m}^3/\text{sec per lin. m}$$

透水層はその組成が必ずしも一様でなく、特に滲透係数の大きい層を挟む場合があり、その中では流速が大き

いために、滲透流はこれに集中して、いわゆる piping を起す原因となり、piping は堰床下に空洞を生じ、破壊を誘発する。今回の災害中にもその実例が認められた。

ここに一言することは、透水層が均質であれば、滲透流線の形はその滲透係数には無関係であるが、透水層が不均質であつて、滲透係数の異なる層が挟まっている場合には、その境で流線の形が変化し、滲透係数の大きい層内に流線が密集することを電気モデルによつて立証した。

3 揚 圧

構造物と地盤との接触面は、構造物に最も接近した流線と考えられ、これに沿うての滲透速度は最も大きく、またこの面はコンクリート施工に当り、排水困難のため硬化不完全であり、時として施工の便宜上、ここに栗石を敷くことがあるので、一層透水性を大きくする。この面を示す線を creep line と称し、従来これを滲透路とみなし、農業水工では重要視して来たが、むしろ滲透流線が滲透路に当り、creep line は滲走路と訳するが適当であると思う。

creep line あるいはその面に水圧計を立てたとすると、その中の水頭は堰床下面の揚圧を示すから、この線を一つの圧力管と考えると、その全長 L に対して、両端の水頭差 H なる場合、 $\frac{H}{L}$ は動水勾配 (hydraulic gradient) で、床端から任意の距離 x における圧力は $p = wH \frac{x}{L} = wh$ で、これを揚圧 (uplift) と称し、 $w = 1$ とし h で表わす。

堰床上に水が無いとした時に、堰床の厚さは $t > \frac{h}{\rho - 1}$ (但し ρ はコンクリートの比重) でなければ、堰床は揚圧のために破損する恐れがあるので、安全のために

$$t = \frac{h}{\rho - 1} \times \frac{4}{3}$$

を規準としているが、堰高 2m とすると、堰趾の付近で 1m 以上にもなるので、多くはこの規準より遙かに薄く設計施工せられるため破損を来している。

creep line 説に従うと、図7において、上流満水の場合、床端 c から下流に向かい、遮水壁の深さの 2 倍 ($2d$) を延長して c' とし、堰頂の上流端から水平に m を距てた a' と c' を結べば、 $a'e'$ は $\frac{H_a}{L} = \frac{H_a}{l + 2d + m}$ なる動水勾配線で、床端 c から $a'e'$ に平行線を引き、遮水壁の内部 b に立てた垂直線と b' に交わらしめると、 $a'b'e'$ は圧力線で、堰床面から圧力線に至る高さは揚圧 $h_1 = H_a \frac{x}{L}$ である。

* h は堰床面から圧力線に至る垂直高である。従つて堰床下面の揚圧は $t+h$ 、依つて $(t+h)w = t\rho w$ とすれば

$$t = \frac{h}{\rho - 1}$$

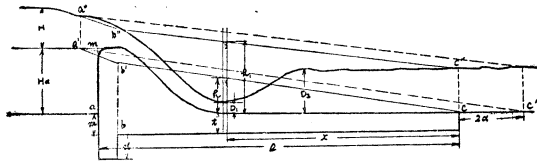


図 7

溢流水深がHで、下流水深が D_u なる場合の圧力線
を前と同様に描けば $a''b''c''$ で、堰趾に接近した跳水
起点（床端よりの距離 x ）における水深を D_1 とすれ
ば、その点の揚圧は

$$h_2 = (H_d + H - D_2) \frac{x}{L} + D_2 - D_1$$

但し $L = l + 2d + m$

$$D_1 \text{ は } C\sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}} = D_1 C_v \sqrt{2g(H_d + H - D_1)}$$

の関係から試算によつて求められ、跳水が堰趾に起る場合は D_u は D_1 の共軌水深 D_2 に等しい

$$D_2 = \frac{D_1}{2} (-1 + \sqrt{1 + 8\lambda_1}) \quad \text{但し } \lambda_1 = \frac{V_1^2}{gD_1}$$

もし $h_2 > h_1$ なることがあれば、溢流がなかつた場合に破損しなかつた堰床も、堆水時溢流水深がHに増した時には破損する可能性があり、それは今回実際に起つている。

流量が甚しく増して溢流水深が大きくなり、下流水深も増して、不完全溢流あるいは越流の状態になれば、堰床上の水圧が揚圧より大きいから破損の危険は薄らいで来る。

堰床の破損に対する有力な原因は超過揚圧の外に、堰頂を越えて水と共に落下する転石や流木の衝撃であつて、これもまた溢流水深が非常に深くなつた時よりも、むしろそれより溢流水深が浅く、堰趾付近に跳水起点がある頃に、その作用が大きいと想像せられる。

堰床が一旦破損すると、掃流力が強く働き、図8のB破片の如きは、その下流端を支点として反転する。これは散乱した破片の状況から明らかに認められるところである。恐らく水流に対してCの如き位置におかれた破片の上面の圧力は減じ、下面の圧力は増すためであろう。特に扁平な破片は前述の如く浮力によつて重量を減ずると共に、広い面上昇渦流の影響を受けて浮き上り、容易く運搬せられるものの如く、決潰現場から遙かに遠く運ばれているものを見、また途中において石礫に衝突破砕せられ、全く影をとどめぬものも多い。

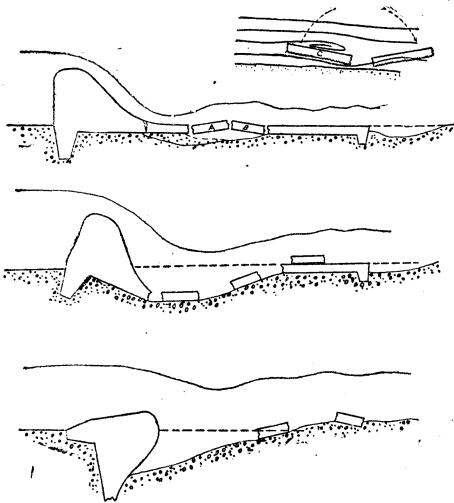


図 8

また creep line を圧力管とみなし、それに沿うての滲走速度 v が動水勾配 $\frac{H}{L}$ に比例すると考えると、 L が短かければ、 v は大きくなって、基礎地盤の土砂を洗い出し、piping を起す危険がある。しかし土砂の粒径が大きい程、流速に対する抵抗が大きい故に、creep line の長さを $L = CH$ とするとき、粒径の大きい砂礫では C を小さく $5 \sim 8$ 、粒径の小さい土砂では C を大きく $10 \sim 12$ に取るよう規準が与えられている (Bligh 公式)。

creep line の長さすなわち滲走路長 L については、相当の注意を払つて設計がなされ、これを充分長くする方法として、多くは堰体下に $1 \sim 1.5$ m の深さの遮水壁が入れられていた。これはいわゆる水切りであり

また構造物のアンカーでもあると考えられている。しかし問題はその施工が果して完全であつたか否かにある。砂礫または石礫河床を掘削り、完全に排水して、コンクリートを打ち、充分硬化せしめるということはかなり困

難なことである故に、實際上十分に滲走路長を延長するに役立つか否か疑わしい場合がある。

堰床（前床）を長くすることは、これに加わる全揚圧を大きくすることになる故に、堰高の3~4倍に止め、Lの不足分は施工困難な遮水壁によらず、上流河床に後床を充分の長さに張るべきであることを、しばしば強調するにも拘らず、行われぬのは、はなはだ遺憾である。後床は必ずしもコンクリートでなくても、粘土でも不透水性であり、堰体との接着が完全であれば、充分その目的が達せられる。聞くところによれば設計の査定に当る上級官庁に全くその理解がないとのことである（図9）。

前床下流端に前垂壁を入れることは、洗掘の後退を防止するために、はなはだ有効であることは論を俟たぬ。浸透の点から見れば、矢板を打つた場合と同様に、その下端を廻る流線を疏開せしめて、その流速を減ずるために有効である。ただ前垂壁を入れることは、creep line 説からすると、前床の揚圧を増すことになる故に、これには必ず水抜孔を設けるべきである。

前床端の洗掘を防止するため Rehbock 式の歯関を設けるとか、あるいは床端に突出を設けることが外国では盛んに行われている模様であるが、灌漑用水取入堰では、濁水期に反対の作用をなすことがある故に勧められず、むしろ堅固な沈床を設けあるいは鉄線蛇籠を用いて河床を保護する方が安全である。

近年揚圧の問題は重要視せられ、堰床は勿論堰体にも水抜孔（weep hole）を設けるべきことが力説せられるに至つた。水抜孔を設けた場合に堰床下面に加わる揚圧が著しく低下することは模型実験でも実証し、その理論解析も行われた。なお今回の洪水に当り、たまたま堰床に小孔（コンクリートの施工継手）があつたために破壊を免かれた実例がある。

しかしながら水抜孔を設ける場合、その下端に濾過層（filter）を設けることを怠つてはならぬ。すなわち粗粒から細粒に及ぶ礫を配列するのであるが、これを設けなければ、基礎の土砂が吸ひ出されて空洞を形成する危険があり、また直ちにつまつて効力を失うことになる。

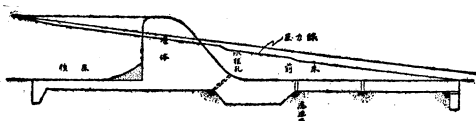


図 9

傾床式石積堰堤で上流面にも、傾床面にも練積あるいはコンクリート張を施さなかつた場合は、堰体全部が透水性であるから、刃金を有せぬ土堰堤と同じで、堰体内に床端を焦点とする

$$j^2 = 2h_0x + h_0^2 \quad (\text{但し } h_0 = \sqrt{H^2 + l^2} - l)$$

に近い浸潤線（seepage line, Casagrande）の下に拋物線的な滲透流が起り、傾床面のCB間に浸出面を生ずるものと想像せられる。浸出面の長さは $a = \sqrt{h^2 + l^2} - \sqrt{l^2 - h^2 \cot^2 \alpha}$ （図10）

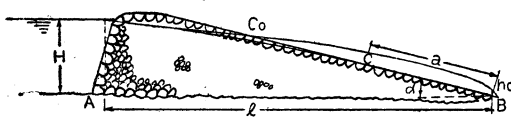


図 10

この種の堰堤を造つた初期には、恐らくこの浸出面から相当多量の浸出水があつた筈であるが、しばしば洪水時の濁水が堰体内に浸入した際に、細砂や泥土を伴つて来て、石積の間隙を自然につめたため、後には透水性が

衰え、滲透量が極めて少くなつた。

河川の流量が増して、堰頂を溢流し初めると水は堰体のすべての間隙内に浸入して、飽和状態になり、浸潤線の如きものは消滅し、全堰体を通じて滲透が起る。その流線がいかなる形をとるかは不明であるが、堰体の形態から見て、恐らく水平に近いもので、それに沿うての滲透流速は Darcy の法則による $v = k \frac{\Delta h}{l}$ であるか、

あるいは
$$\frac{\Delta h}{l} = \alpha v^n, \quad v = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{\Delta h}{l} \right)^{\frac{1}{n}}$$

の如く、動水勾配 $\frac{dh}{l}$ の函数で、堰体の上部では l が小さい故に下部より滲透速度が大きいと想像せられる。抛物線流ではその反対であつて、このような状態における滲透に関する研究は未だ行われておらぬ故に、今後の研究課題として残される。但し前述の如く石積の間隙が細微な土砂でつまつていて、透水抵抗が大きければ、実際の滲透速度は余り大きくないであろう。

堰体が水で飽和し、その上を水が溢流しあるいは越流状態になつて水没することは、堰体にとつて極めて危険であるにも拘らず、従来この種の堰が比較的良好、決潰と掃流に堪えて来たのは、傾床表面の石張の噛み合せが非常によく、また内部の間隙が小径の石礫土砂でよくつまり、摩擦が大きく、透水性が小さいためであり、なお一つには傾斜が静止角より遙かに緩であるためである。若しそれらの条件が具わらなければ当然決潰する。

この種の堰堤の代表であり、最大のものであり且つ最も古い歴史を有する大石堰*は、今回の洪水により、その堰頂部から初まり堰体の大部分が破壊洗掘せられ、その構築材料であつた巨石や石礫約10万 m^3 が、150 mを離れた所から下流5,500 m^2 の範囲に紡錘形に堆積し、曾つて床端に深さ7 mにも及ぶ深淵をなしていた洗掘部を完全に埋めつくした。その原因について少しく検討を加えて見る(図11)。

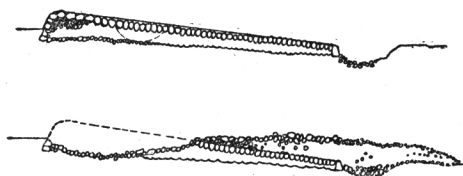


図 11

堰堤上流面に作用する動水圧 $\frac{wHav^2}{2g}$ あるいは運動量 $\frac{wHav^2}{g}$ は、河水の流速に関係するが、流速の垂直分布を見ると、河底から上に上る程大きくなる故に、堰頂の付近に働く動水圧、運動量は平均より大きく、これに対抗するものは重量であるから、経験上この部分には最も重い巨石を用い、最も堅固に造られていた。溢流水深が余り大きくない間は、漂流物が堰頂に衝突して破壊作用を遅くする危険が多く、次第に溢流水深が増し、深く水没するに至ると、河水の掃流力($T=wR \cdot J$)は水深に比例し、大洪水ともなれば、混濁により水の単位重量 w の増加と相俟つてはなはだしい危険に曝されることになる。今回の水没深は約7 mであつた。

傾床面の勾配は急である故に、溢流水深が余り大きくない間は、傾床面で射流になり、石の突出部を越える場合にその上流側と下流側に圧力差を生じ、石を下流に傾ける作用を及ぼすと同時に、石の下を廻る流を誘発し、間隙をつめている細砂を吸ひ出し、そのために石を動かし遂にはこれを抜き出す結果となる。一石が抜けると周囲の石の噛み合せがゆるむ故に、その空虚は次第に円形に拡大する(写真2)。この事実は大石堰の張石部に明瞭に遺されている。空虚内には激しい水の攪乱が起り、広さと深さを増して遂に堰体決潰の誘因をなしたと思われる。

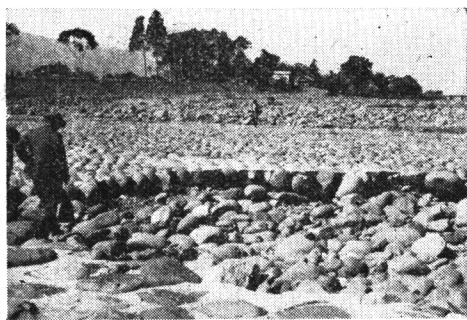


写真 2

傾床面石張の目地をモルタルまたはコンクリートでつめてあつたが、時間を経る間に、膨脹収縮や化学的变化のため破損または変質したケ所もあり、また、たまたま転石流木のため破損した場合はこれが石の抜ける原因ともなるのである。

この大石堰の未曾有の決潰に対しては、他の有力な原因として、その上流約2 kmの地点において工事中であつた夜明発電所突出部の影響が考えられることを特記する。同地点の洪水位は50.20mと記録されているが、そ

* 最初の造築は寛文4年(1664)堰頂の延長213m

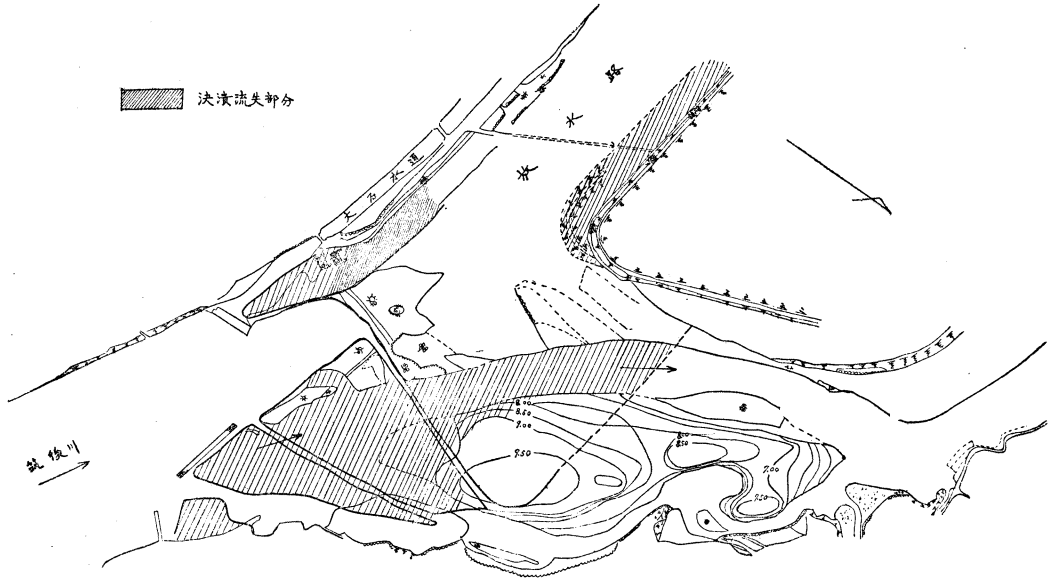


図 12 大石堰平面図(昭和29年1月17日測量)

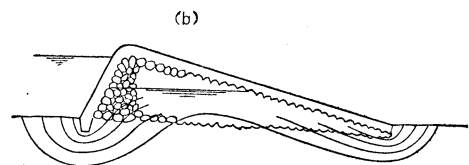
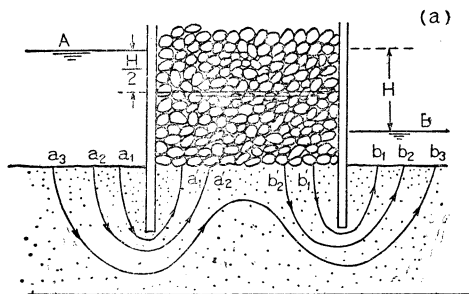
の計画図上50mの同高線をたどって見ると、発電所および土捨場はその線より約70m突出している。その内約30mは単に冠水した程度で、水流に関係ないと見ても、水流の全幅164mに対し約44m突出し、高さ洪水面に達している(九州電力会社報告に拠る)。これによつて水流の断面の16%(1,453m²に対し238m²)を縮小したために、その上下流に少くとも0.7~1.0mの落差を生じたことが痕跡によつて認められた。上流水位は上り、下流水位は下つたのであるが、断面積から算出すれば上流の平均流速は6.15m/sec, 縮小部の平均流速は7.35m/sec, 速度水頭の差0.8mとなる。

流量は不変で流速の増加したことは運動量の増加を来し、付近に構造物があつたならば大きな破壊作用を及ぼすであろう。流量が非常に大きく質量が大きいためである。この地点から下流の河底、河岸には凹凸屈曲がほとんどないから、水の内部的運動や河底の摩擦などによつて、この運動量の増加は、そう簡単に復元するとは考えられない。また慣性は質量と速度の自乗に比例する故に方向性に対する影響も簡単に消滅しないであろう。

この断面の急激変化のため生じた急流速をもつ偏向水脈は仮りに表面的に消失しても、内部的の流の様相に何らかの変化を及ぼし、何らかの形で大石堰の異状な決壊に影響したと信ずるのである。

筆者は曾つて実験室内において図13(a)の如き実験を行つたことがある。砂層に二列の矢板を立て、その中間に径5cmの均整な砂利をつめ、両側の水面A, BにHの落差を保ち、滲透を起させたところ、砂利層内の水面は

A, Bの中間の高さに上りA砂面のa₁ a₂ a₃に注入した色素は、図の如き流れ線を描き、B砂面のb₁ b₂ b₃に



← a 図 13 b ↑

現われた。

傾床式石積堰堤の表面を不透水性のコンクリート床面で被覆した堰において、その内部には上流水面と下流水面との中間まで、自由水面が上ることが前記の実験から想像せられる。上流の水位が上つて溢流を始め、下流水面も上ると、内部の水面もまたその中間まで上るであろう。その際滲透水流は流線に沿うて、基礎地盤内の細砂を伴つて石礫間隙内に流入する故に、間隙は次第にその細砂で充填されて行くが、石礫は全体として沈下し、コンクリート傾床の下面に間隙を生ずる。この間隙が広く発達すれば、傾床の弱点となり、急激に溢流水が載つた場合に、その動荷重が自重に加わつて挫折陥落し、その割目から浸入する水は、堰体内部の洗掘作用を起す故に、益々破損を拡大し、決潰に導く危険があり、番托堰においては、これが決潰の原因をなした形跡がある。

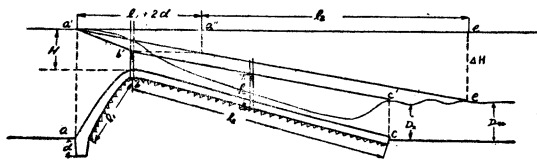


図 14

溢流水深Hが増し、傾床面を流下する射流が、床端において跳水を起し、跳水深 D_2 あるいは下流水深 D_u がある程度以上に高まると、傾床下の石礫間隙は完全に水が充満する。その時傾床に加わる揚圧を考えるに creep line 説を適用し、これを圧力管とみなすと図14

において、上流面の下端 a に溢流水面に達する垂直線 a a' を立て、a' から水平線を引き、その上に

$$a'a'' = 2d + l_1 \quad a'e' = l_2 \quad \text{をとれば}$$

$$a'e' = L = 2d + l_1 + l_2$$

e' から下流水面に垂線 e'e' を引き、a'e' を結べばこれは $\frac{4H}{L}$ なる動水勾配線である。

a'' から下した垂線と a'e' との交点から水平線を引き、堰頂に立てた垂線との交点を b' とし、床端 e に立てた垂線と下流水面との交点を c' とすれば a'b'e' は creep line に沿うての圧力線であつて、傾床面からこの線に至る垂直高は揚圧である。

射流となつた溢流水の水面は圧力線の下にあるから、その圧力は揚圧より小さく、もし傾床が薄くして、その重量が不足であれば、押し上げられて挫折し、決潰の原因となることは、平床式の場合と同様である。実際において傾床面に張つたコンクリートは、多くははなはだ薄くして粗造であつたと思われるから、射流に伴つて転落する石礫や流木の衝撃によつても比較的簡単に破損したであろう。

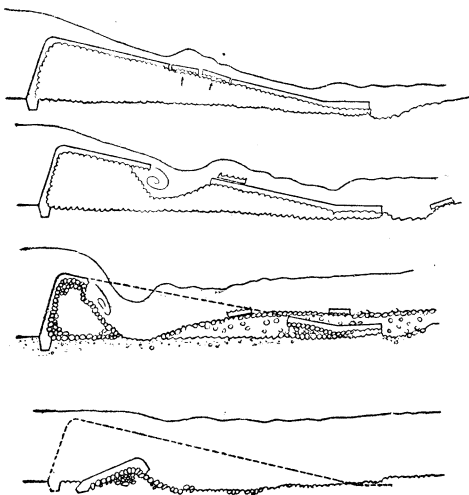


図 15

河川の流量が増し、不完全溢流あるいは越流の状態になれば、傾床上の水圧が揚圧より大きくなる故に、揚圧の問題は解消するが、一旦傾床の一部が破損すると、内部の洗掘崩壊が起り、さらに流量が増し、深く水没するに至れば、強大な掃流力のために、堰体の全部が瓦解し、その残骸は跡形も留めぬことになる(図 15)。

4 水 圧

従来取入堰を設計するに当り、堰体の上下流水位差の最大なる場合、すなわち上流水位が堰頂に達し、溢流せず、下流には水がない場合、あるいは中程度の洪水が溢流し、下流水位が堰頂に達せず、未だ完全溢流の状態にある場合を想定して、堰体の安定を静水学的

に検討したが、実際に大洪水の場合には堰体は全く水没する故に、それに対処する設計の必要を痛感する。

まず第一に堰体堰床の材料の比重をすべて $(\rho - 1)$ として浮力を考慮する。

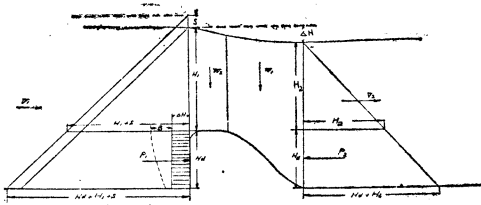


図 16

図16において堰体の上流面に加わる水平圧力は

$$P_1 = \frac{H_d + 2H_1 + 2S}{2} H_d w$$

但し H_d は堰高, H_1 は溢流水深, S は接近速度水頭 $\frac{\alpha V_1^2}{2g}$, w は水の単位重量

P_1 を分折すれば静水圧 $\frac{H_d + 2H_1}{2} H_d w$ と動水圧

$w H_d S$ となる。ここで接近速度 V_1 は平均流速であるが、実際の流速の垂直分布を見ると、水底から上に行くに従って拋物線的に増加する故に、堰頂に加わる動水圧は平均より大きいことを考えると、堰体の安定に對し不利な条件が加わる。

水没した場合に堰体の下流面に加わる水平圧力は $P_2 = \frac{H_d + 2H_2}{2} H_d w$ 但し H_2 は水没深

P_2 は P_1 と方向が反対なる故に、堰体に対し有効なる水圧は $P_1 - P_2 = (\Delta H + S) H_d w$

上下河の水位差 ΔH が小さければ、堰体の安定に大きく影響するものは、接近速度水頭 S で、水没するような場合は流速が $5 \sim 6 \text{ m/sec}$ にも達するから S の値は相当大きくなる。なお流速の水平的分布を見ても、流心部の流速は平均より余程大きい故に、この点も考慮する必要がある。すなわち流心部の動水圧は平均より大きい。

また水没する場合には、堰体の下流側には強力な渦流を生じ、勢力の消耗が起る故に、圧力の低下が起ることは必至である(図17)。その程度は明らかでないが、仮にこれを δH とすると堰体に加わる有効水平圧力はさらに増して

$$P_H = w (\Delta H + S + \delta H) H_d$$

δH については今後の研究課題とする。

次に堰体に加わる垂直圧力は堰頂に加わる溢流水の重量 W_2 と、下流斜面(前面)に加わる溢流水の重量 W_1 (あるいは下流側水圧の垂直分力)、もし上流面に傾斜がある場合は、上流側水圧の垂直分力 W_3 , および底面に加わる揚圧 U である。堰頂に加わる垂直圧力の分布について、多くの学者によつて研究せられた結果、完全溢流の場合、堰頂下流端において、溢流水に遠心力が作用するため、負圧を生ずることが認められている。

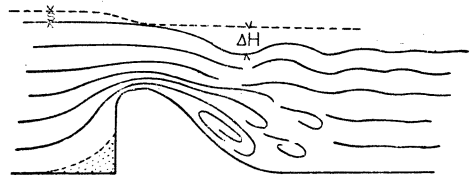


図 17

それ故に堰頂の全面に溢流水深(限界水深とみなし $\frac{2}{3} H$) を厚さとする矩形断面の水の重量をもつて W_2 とすべきではなく、幅を堰頂の $\frac{2}{3}$ あるいは $\frac{1}{2}$ とした三角形断面の水の重量を取るのが妥当であるといわれている。

しかし不完全溢流あるいは越流となつて、水没深が深い場合に、堰頂下流端に遠心力がどの程度に影響するか疑問である。

完全溢流の場合、下流面に射流が存する間、その圧力は堰頂下流端の負圧が影響して負圧に近いものであると考えられる。しかし流量が増し下流水面が高まれば、垂直分力が作用することになり、さらに下流水面が堰頂を越え、不完全溢流あるいは越流状態になれば、当然その断面に應ずる W_2 を考慮すべきである。

堰体の底面に作用する揚圧は普通上流側の全水深を H_0 , 下流側の全水深を H_u , 底幅を B とするとき

$$U = wC \frac{H_0 + H_u}{2} \cdot B$$

とし、Cは基礎地盤の透水性などを考慮に入れて0.3~0.5とする。しかし透水性基礎上に設ける取入堰の如き場合は、安全のため1とすべきである。

creep line 説を採用すれば、前に述べたのと同じ方法で、水没した場合の圧力線を graphical に描くことができ、圧力線と下流水面との間の高さが有効な揚圧である(図18)。

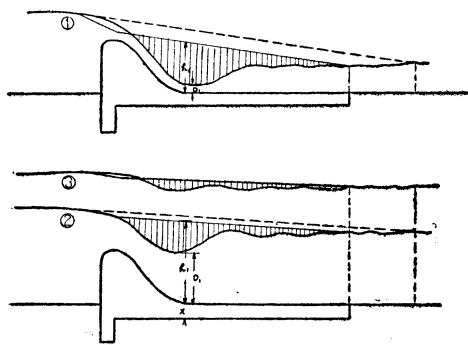


図 18

堰体の体積に対しその量は小さいから、水没が深い場合は特別にこれを考慮しなくても、堰体の比重を $(\rho - 1)$ として安定計算を試みれば良いと思われる。

河床の勾配が急なる場合、流量が多く溢流水深が大きいても、下流水面が容易に高まらず、完全溢流の状態が長く続くことがあれば、堰頂下流端に生ずる負圧は上流端の圧力を増すと同じ結果になる故に、転倒に対する安定に影響を来す恐れがあり、底幅を広めるため上流面に傾斜をつける必要を生ずる。

従来取入堰の断面を決定するに当り、Blighの与え

た規準は

$$\text{頂 幅} \quad b = 0.55 (\sqrt{H} + \sqrt{H_d}) \quad (\text{m})$$

$$\text{底 幅} \quad B = \frac{H + S + H_d}{\sqrt{\rho}} \quad (\text{m})$$

であつたが洪水量が非常に大きく、水没が深くなる場合には、この規準は小さ過ぎBの $\sqrt{\rho}$ は当然 $\sqrt{\rho - 1}$ とし、bの係数0.55は0.75位にすべきではないかと思う。特に転石流木が多くして、その衝撃が大きい場合にはbを充分に取る必要がある。

なお内応力についても一言すれば、破壊した小規模の堰体を見ると、しばしばその表面は立派なコンクリートをもつて仕上げてあるが、内部はただ栗石を埋めたのみでほとんどセメントを用いてない。恐らく設計の誤りでなくして、工事の不正であると思われるが、かような工作物においては内応力に対する強度は零で破壊するのは当然である。これは一面において工事費の予算を無理に節減するところにも原因があり、当局の反省を求める。

IV 付 帯 構 造 物

用水取入堰を堅固に築造すると共に、その兩岸の保護を堅固にすることもまた肝要である。多くの災害を調査したうちに、側岸の保護工が不完全、不充分であつたために、その破壊が取入堰の決潰を誘発した例があり、取入堰は危く決潰を免かれたにも拘らずその側岸堤防が決潰して洪水が耕地に浸入し、その災害を起した例がある。

元來堰体堰床と両側護岸とは一体と考えるべきもので、上流側においては水位が上昇する故に水圧と流速に対して安全を期すると同時に、護岸の裏を伝わる滲透、滲走を遮断することに留意する必要がある。多くの場合堰体の側方に遮水壁を河岸に深く挿入するが、護岸の上流端にもこれを設けるべきである。この場合堰堤下面と同様にcreep lineの観念を導入することは良策と思われ、特に遮水壁と河岸堤防と接着を緊密にするため、良質の粘土を入れて充分搗固めなければ、その効果は薄い。

下流側は急流速、跳水、渦流のために水の混乱動揺が激しく、洗掘が護岸工の底部に及び、沈下法崩れを誘発する危険がある故に、根固工を完全にしなければならない。下流護岸工は堰床末端よりなお若干下流まで延長すべきであることを災害の実例によつて確認した。

取入堰の上流には土砂石礫が堆積して河床が上昇することは当然で、洪水位を高め、取水の障害をなす故に、これを排除するため、土砂吐水門を堰堤の一端に設けるのが常道である。

今回調査した地域内には、これを備えたものは少なかった。実際河床勾配が急で、洪水量の非常に大きい河川においては、流下する土砂石礫の量が簡単な土砂吐をもつて排除するには余りにも多く、もし設けても開閉が至難である。完全な可動堰例えばローリングダムの如きを設置しない限り、多量の土砂石礫の堆積を防止することはできない。普通のリフトゲート式の土砂吐は、取入口付近の土砂を平水または小洪水の際に、開放して流掃する効果以上に期待せられず、これによつて溢流水量を減ずる効果も少ない。結局大洪水の際、土砂石礫が安全に堰頂を越えて流下し、その衝撃によつて破壊を生ぜぬよう、堰体堰床を固定に構築する外ない。

中流部において河床勾配が比較的緩なる地域では、土砂吐の必要性和その効果を認め、現に各堰に設けられていた。しかし顕著な効果を期待するためには、充分の断面を与えることと、その敷高を堰床面より少くとも0.5 m低くする必要がある、且つ堰床と同様、揚圧、滲透、滲走、および下流端の洗掘に対して一層の注意を払うべきである。何となればこれを開放した場合に、多量の水が集中して急流速をもつて流下するからであつて、下流端の洗掘は特にはなほだしい。

土砂吐の掃砂作用は実験上その有効範囲が比較的狭く、これに関しては研究中であるが、洪水災害とは別問題なる故省略する。

洪水中に土砂吐を開放するためには、河岸から架橋によつて連絡し、洪水面上において安全にゲートを操縦し得る構造が必要であるが、流木の多い河川では、この構造は危険である。むしろ洪水の場合に、水勢により簡単に倒覆あるいは破壊する構造を工夫することも一法である。

取入堰と共に頭首工の最も重要な構作物たる取入水門は、洪水に対して、その動水圧と静水圧に堪える強度と重量を与え、且つ兩岸との接合接着を緊密にする必要があることは当然であつて、軽構造のものは簡単に破壊された。長野堰取入水門の如き重構造のものといえども側岸堤の決潰により破壊した(写真3)。



写真 3

河岸の岩盤に隧道を穿つて、その先端に取入水門を設けたものは、安全であつたが、山田堰においては隧道内部に落盤を生じた。

今回の大洪水においては、取入水門は水没したものが多く、洪水は導水路に流入して護岸を破壊し、あるいは土砂をもつて埋め、浚渫に多大の労費を要し

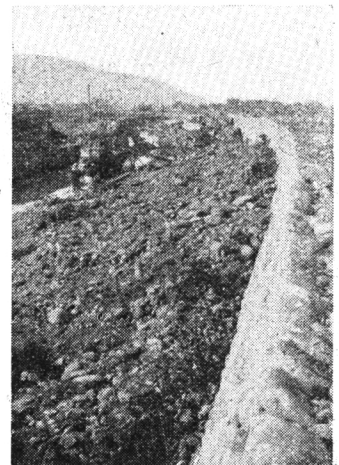


写真 4

た例が多い(写真4)。しかし取入口より下流に水路余水吐が設けられていたため、その水が灌漑地域に到達することを防ぎ得た例もまた多い。

V 結 論

本篇は昭和28年6月北九州に起つた洪水に因る農業水利施設のうち、用水取入堰の災害を調査した結果を総合し、その破壊の機構および原因につき科学技術的検討を加えたものであつて、決潰流失した取入堰の形式を(A)傾床式石積堰堤および(B)平床式重力堰堤に分類して見ると、その破壊機構に多少の差異はあるが、床端の洗掘、滲透、揚圧、水圧および掃流力が共通の原因である。

いずれも透水性基礎上に設ける構造物に対しては不可避の原因であるが、極力その影響を軽減して安全を計るためには、まず今後は凝集力、摩擦力が乏しく、内部応力強度の期待せられぬ傾床式石積堰堤は廃し、コンクリート造平床式重力堰堤に改良し、その滲走路長を充分に取り、且つ揚圧を軽減するために、施工困難なる遮水壁を深く挿入する代りに上流河床に後床を設け、堰体との接合を充分にすることおよび前床に水抜孔を設け、その下端に濾過層を造ることを強調する。

また床端の洗掘が堰床下に後退することを避けるためには、水抜孔を有する前垂壁を床端に設けることが有効であると同時に、床端より下流に沈床を施して河床を保護し、もし河床の勾配がはなはだしく急で、河床低下の傾向が著しい場合には、少しく下流に床固工を設けるべきである。

堰体の設計に当つては、単に上下流水位差の最大なる場合についての安定計算に満足することなく、深く水没して越流状態になった場合における水圧につき、充分考慮を払う必要がある。

Bligh 氏の示した規準の如きは一つの参考に過ぎず、個々の場合について種々の条件のもとに安定を確め、殊に河川に転石や流木が多い場合には、その衝撃力をも充分考慮しなければならぬ。結局今回の災害の経験から堰体の頂幅は従来の標準より広く、上流面にも若干の傾斜をつけることが必要であると思われる。

今後の研究課題として残されたものは

- (1) 石積堰堤が溢流あるいは越流状態に置かれた場合における堰堤内部の滲透
- (2) コンクリート堰堤が深く水没した場合における、その下流側における水圧の変化

等であつて、研究を継続する予定である。

最後に付記することは復旧に当りその設計計画等に従事する技術者は勿論、その指導査定に当る上級官庁の技術官がわれわれ科学者の見解をよく理解し、いたづらに工事費の削減を要求せざることと、いかに完全に設計しても工事が粗漏であつては何もならぬこと、またいかに設計施工が完全であつても維持管理を怠つては災害を防止し得ぬことである。(田町正馨)